



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103313980 A

(43) 申请公布日 2013.09.18

(21) 申请号 201280004503.5

(72) 发明人 井上哲也 伊藤光则 加藤朋希

(22) 申请日 2012.02.06

日比野茎子 西村和树 佐土贵康

(30) 优先权数据

2011-024452 2011.02.07 JP

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

2011-229117 2011.10.18 JP

代理人 高旭轶 孟慧岚

2011-229112 2011.10.18 JP

(51) Int. Cl.

C07D 405/14 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

C09K 11/06 (2006.01)

2013.06.27

H01L 51/50 (2006.01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2012/052640 2012.02.06

(87) PCT申请的公布数据

W02012/108389 JA 2012.08.16

(71) 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本东京都千代田区丸之内3丁目1番

1号

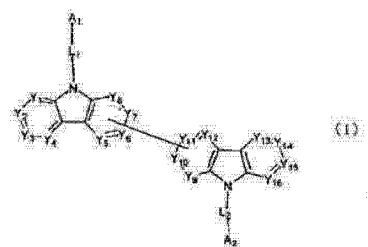
权利要求书4页 说明书60页 附图1页

(54) 发明名称

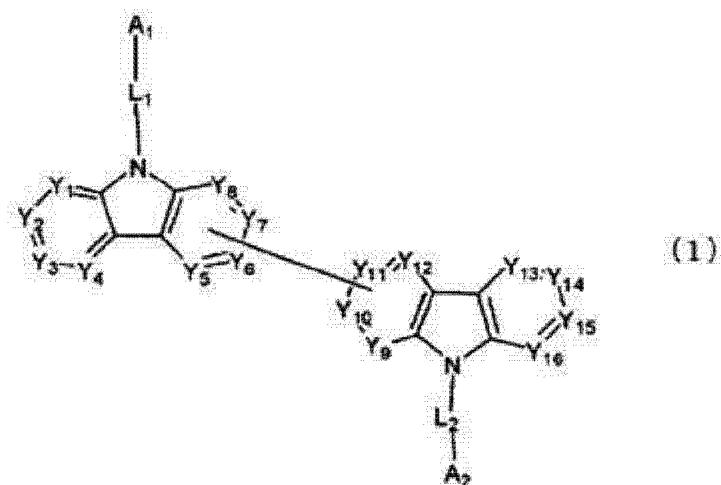
双咔唑衍生物及使用其的有机电致发光元件

(57) 摘要

通过具有特定取代基的下述式(1)的双咔唑衍生物以及在阴极与阳极之间具有含有发光层的多层有机薄膜层、前述有机薄膜层中的至少一层含有该双咔唑衍生物的有机电致发光元件，提供发光效率高、寿命长的有机EL元件以及用于实现其的双咔唑衍生物。(式中，A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>彼此独立地表示成环碳原子数为6～30的取代或未取代的芳香族烃基等，Y<sub>1</sub>～Y<sub>16</sub>彼此独立地表示C(R)或N，R各自独立地表示氢原子等，L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>彼此独立地表示单键等，其中，A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>中的至少一个为取代或未取代的苯并呋喃基等。)



1. 下述式 (1) 所示的双咔唑衍生物,  
[化学式 1]



式 (1) 中,  $A_1$  和  $A_2$  彼此独立地表示成环碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳香族烃基、或者成环碳原子数为 2 ~ 30 的取代或未取代的芳香族杂环基,

$Y_1 \sim Y_{16}$  彼此独立地表示  $C(R)$  或氮原子,  $R$  各自独立地表示氢原子、取代基或与咔唑骨架键合的连接键,

$L_1$  和  $L_2$  彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基,

其中,  $A_1$  和  $A_2$  中的至少一个表示取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基,

另外,  $A_1$  和  $A_2$  中的一方是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时, 另一方是成环碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳香族烃基或者取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、或者取代或未取代的苯并萘并噻吩基,

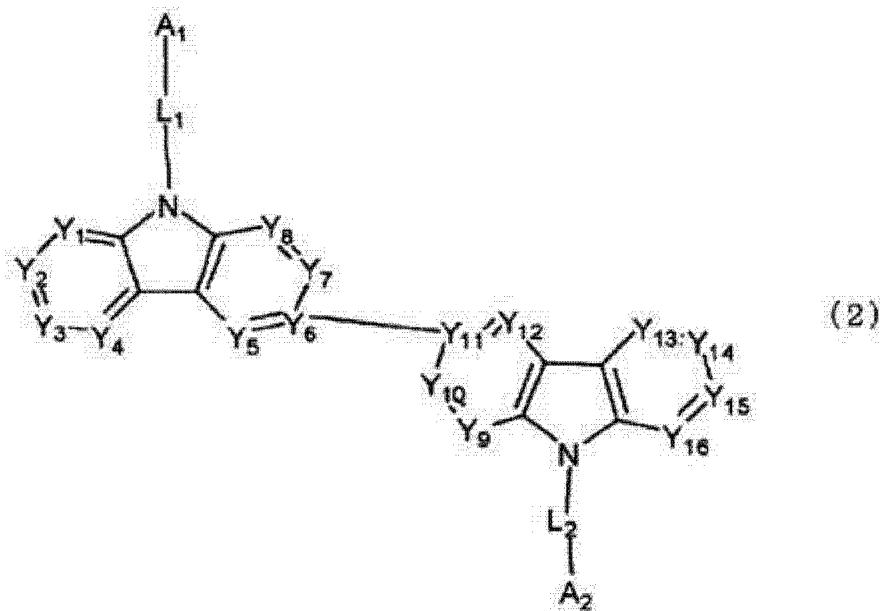
进而,  $Y_6$  与  $Y_{11}$  键合时, 满足下述 (i) 和 (ii),

(i)  $A_1$  是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时,  $L_1$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基,

(ii)  $A_2$  是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时,  $L_2$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基。

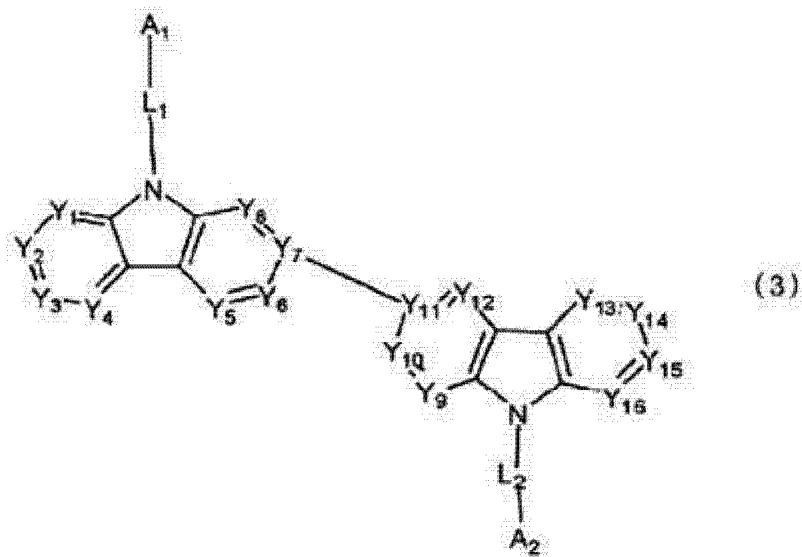
2. 根据权利要求 1 所述的双咔唑衍生物, 其由下述式 (2) 表示,

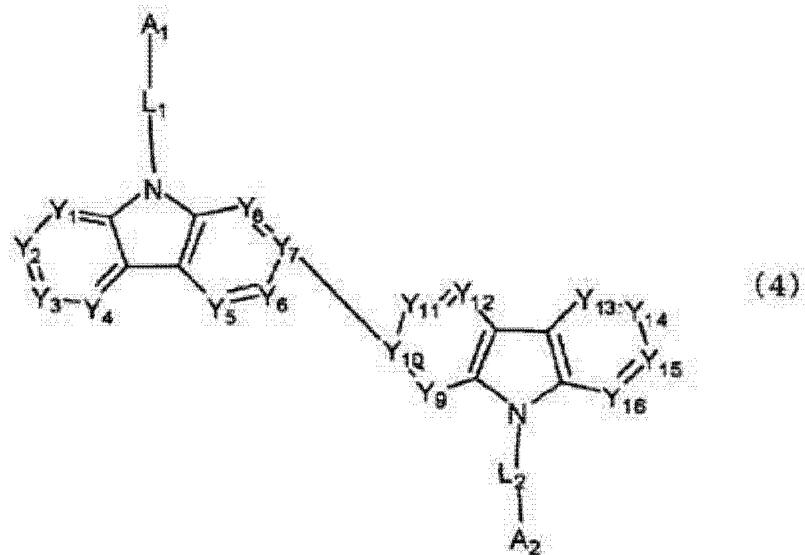
[化学式 2]



式 (2) 中, A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、Y<sub>1</sub> ~ Y<sub>16</sub>、L<sub>1</sub> 和 L<sub>2</sub> 分别与上述式 (1) 中的定义相同。

3. 根据权利要求 1 所述的双咔唑衍生物, 其由下述式 (3) 或 (4) 表示,  
[ 化学式 3]





式 (3) 或式 (4) 中,  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $Y_1 \sim Y_{16}$ 、 $L_1$  和  $L_2$  分别与上述式 (1) 中的定义相同。

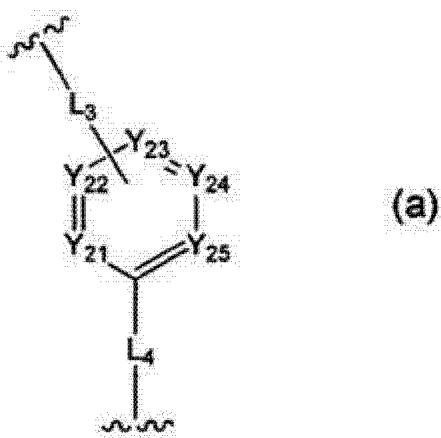
4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $-L_1-A_1$  与  $-L_2-A_2$  彼此不同。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $A_1$  是取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基。

6. 根据权利要求 1 ~ 4 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $L_1$  是取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基, 所述  $A_1$  是 1- 二苯并呋喃基、3- 二苯并呋喃基、4- 二苯并呋喃基、或二苯并噻吩基。

7. 根据权利要求 1 ~ 6 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $L_1$  和  $L_2$  中的至少一方是下述通式 (a) 所示的二价芳香族杂环基,

[ 化学式 4]



式 (a) 中,  $Y_{21} \sim Y_{25}$  彼此独立地表示  $C(R_a)$  或氮原子,  $R_a$  各自独立地表示氢原子、取代基或与  $L_3$  键合的连接键,

$L_3$  和  $L_4$  彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基,

其中,  $Y_{21} \sim Y_{25}$  中的任意一个以上表示氮原子。

8. 有机电致发光元件用材料,包含权利要求 1 ~ 7 中任意一项所述的双咔唑衍生物。
9. 有机电致发光元件,其中,在阴极与阳极之间具有含有发光层的多层有机薄膜层,所述有机薄膜层中的至少一层含有权利要求 1 ~ 8 中任意一项所述的双咔唑衍生物。
10. 根据权利要求 9 所述的有机电致发光元件,其中,所述发光层中含有所述双咔唑衍生物作为主体材料。
11. 根据权利要求 10 所述的有机电致发光元件,其中,所述发光层含有磷光材料。
12. 根据权利要求 11 所述的有机电致发光元件,其中,所述磷光材料为选自铱 (Ir)、锇 (Os)、铂 (Pt) 中的金属原子的邻位金属化络合物。
13. 根据权利要求 12 所述的有机电致发光元件,其中,在阴极与发光层之间具有电子注入层,该电子注入层含有含氮环衍生物。
14. 根据权利要求 13 所述的有机电致发光元件,其中,在阴极与发光层之间具有电子传输层,该电子传输层含有所述双咔唑衍生物。
15. 根据权利要求 14 所述的有机电致发光元件,其中,在阳极与发光层之间具有空穴传输层,该空穴传输层含有所述双咔唑衍生物。
16. 根据权利要求 15 所述的有机电致发光元件,其中,在阴极与有机薄膜层的界面含有还原性掺杂剂。
17. 根据权利要求 9、10 和 13 ~ 16 中任意一项所述的有机电致发光元件,其为荧光发光用。
18. 根据权利要求 17 所述的有机电致发光元件,其中,在阳极与空穴传输层之间具有空穴注入层。
19. 根据权利要求 18 所述的有机电致发光元件,其中,空穴传输层和空穴注入层中的至少一方含有受主材料。
20. 根据权利要求 17 ~ 19 中任意一项所述的有机电致发光元件,其中,发光层含有选自蒽衍生物、荧蒽衍生物、苯乙烯胺衍生物和芳基胺衍生物中的至少一种。
21. 照明装置,其特征在于,具备权利要求 9 ~ 20 中任意一项所述的有机电致发光元件。
22. 显示装置,其特征在于,具备权利要求 9 ~ 20 中任意一项所述的有机电致发光元件。

## 双咔唑衍生物及使用其的有机电致发光元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及双咔唑衍生物以及使用其的有机电致发光元件，特别是涉及发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及实现其的双咔唑衍生物。

### 背景技术

[0002] 由阴极注入的电子与由阳极注入的空穴在被两极夹着的有机发光体内再结合时发光的有机薄膜发光元件的研究近年得到活跃进行。这种发光元件的特征在于，薄型且低驱动电压下的高亮度发光、和通过选择发光材料实现的多色发光，受到关注。

[0003] 若对有机电致发光元件（以下称为有机 EL 元件。）施加电压，则分别由阳极将空穴，且由阴极将电子注入到发光层。接着在发光层中，所注入的空穴与电子再结合，形成激发子。此时，通过电子自旋的统计规则，以 25%:75% 的比率生成单重态激发子和三重态激发子。根据发光原理分类时，对于荧光型而言，使用利用单重态激发子的发光，因此有机 EL 元件的内部量子效率，25% 是极限。另一方面已知，对于磷光型而言，使用利用三重态激发子的发光，因此在由单重态激发子有效地进行系间窜越的情况下，内部量子效率升高至 100%。

[0004] 以往，对于有机 EL 元件，对应于荧光型和磷光型的发光机理来设计最优的元件。特别是对于磷光型的有机 EL 元件，由其发光特性已知，单纯地挪用荧光元件技术时，得不到高性能的元件。其理由通常认为如下所述。

[0005] 首先，磷光发光，由于为利用三重态激发子的发光，发光层中使用的化合物的能隙必须大。这是由于，某种化合物的能隙（以下也称为单重态能量）的值，通常大于该化合物的三重态能量（本发明中称为最低激发三重态与基态的能量差。）的值。

[0006] 因此，为了将磷光发光性掺杂材料的三重态能量有效地关闭在元件内，首先，必须将三重态能量大于磷光发光性掺杂材料的三重态能量的主体材料用于发光层。进而，必须设置与发光层邻接的电子传输层和空穴传输层，并且电子传输层和空穴传输层使用比磷光发光性掺杂材料的三重态能量大的化合物。如此，基于以往的有机 EL 元件的元件设计思想的情况下，造成将与荧光型的有机 EL 元件中使用的化合物相比具有大的能隙的化合物用于磷光型的有机 EL 元件，有机 EL 元件整体的驱动电压升高。

[0007] 另外，荧光元件中有用的耐氧化性、耐还原性高的烃系的化合物由于  $\pi$  电子云的范围大，因此能隙小。因此，磷光型的有机 EL 元件中，难以选择这种烃系的化合物，而选择含有氧原子、氮原子等杂原子的有机化合物，其结果，磷光型的有机 EL 元件存在寿命比荧光型的有机 EL 元件短的问题。

[0008] 进而，磷光发光性掺杂材料的三重态激发子的激发子弛豫速率与单重态激发子相比非常长也对元件性能造成大的影响。即，源自单重态激发子的发光，由于与发光相关的弛豫速率快，因此不易产生激发子对发光层的周边层（例如空穴传输层、电子传输层）的扩散，可以期待有效的发光。另一方面，源自三重态激发子的发光，由于为自旋禁阻、弛豫速率慢，易产生激发子对周边层的扩散，由特定的磷光发光性化合物以外，产生热的能量失活。也就是说，电子和空穴的再结合区域的控制比荧光型的有机 EL 元件重要。

[0009] 由于以上的理由,磷光型的有机EL元件的高性能化需要选择与荧光型的有机EL元件不同的材料、以及设计元件。

[0010] 有机薄膜发光元件中的最大问题之一在于,兼具高发光效率和低驱动电压。作为得到高效率的发光元件的方法,已知在主体材料中掺杂数%的掺杂材料来形成发光层的方法(参照专利文献1)。对主体材料要求高的载流子迁移率(キャリア移動度)、均匀的成膜性等,对掺杂材料要求高的荧光量子效率、均匀的分散性等。

[0011] 另外,作为掺杂材料,一直以来通常使用荧光性(单重态发光)材料,但是为了提高发光效率,一直以来尝试使用磷光性(三重态发光)材料,普林斯敦大学的研究组指出与以往的荧光性材料相比,发光效率大幅升高(参照非专利文献1)。公开了作为磷光性掺杂材料,使用以铱、锇、铑、钯、铂等作为中心金属的金属络合物的技术(参照专利文献2~4)。另外公开了作为与磷光性掺杂材料组合的主体材料,使用咔唑衍生物、芳香族胺衍生物、羟基喹啉金属络合物等的技术(参照专利文献2~6),但是都没有表现出充分的发光效率和低驱动电压。

[0012] 另一方面公开了使用双咔唑衍生物作为荧光元件的空穴传输材料的技术(专利文献7)。另外公开了磷光的主体材料使用双咔唑衍生物的技术。例如专利文献8中记载了与特定的金属络合物掺杂剂组合的主体材料使用双咔唑衍生物的例子。但是,未公开表现出高的发光特性的双咔唑衍生物的化合物。另外,专利文献9中记载了使用双咔唑衍生物作为主体材料。该专利文献9中,将含有氨基取代基的苯基、萘基、芴基等提高主体材料的载流子传输性的取代基导入到咔唑结构的N-位。由此,实现发光元件的低电压化,但是对于元件寿命而言,具体不清楚。

[0013] 另一方面,关于荧光型元件的高效率化技术,公开了一些由至今未有效使用的三重态激发子取出发光的技术。例如非专利文献2中,对蒽系化合物用于主体的无掺杂元件进行解析,作为机理,通过两个三重态激发子碰撞融合,生成单重态激发子,其结果,荧光发光增加。如此通过两个三重态激发子碰撞融合来生成单重态激发子的现象,以下称为TTF(三重态-三重态融合、Triplet-Triplet Fusion)现象。

[0014] 另外,非专利文献3中公开了在含有主体和掺杂剂的发光层与电子传输层之间具备包含芳香族化合物的层(效率增强层、efficiency-enhancement layer、称为EEL)的蓝色发光荧光型的OLED。EEL使用化合物EEL-1的OLED,与EEL使用Bphen、BCP的情况相比,以低电压驱动,表现出高的外部量子效率,寿命长。该EEL发挥作为用于产生TTF现象的阻挡层的功能。

[0015] 进而,使用了产生TTF现象的EEL的有机EL元件需要用于调整适当的载流子平衡的空穴传输层。

[0016] 现有技术文献

#### 专利文献

专利文献1:日本专利第2814435号

专利文献2:日本特表2003-526876

专利文献3:日本特表2003-515897

专利文献4:日本特开2003-81988

专利文献5:日本特开2003-133075

专利文献 6 :日本特表 2002-540572

专利文献 7 :日本专利第 3139321 号

专利文献 8 :日本专利第 4357781 号

专利文献 9 :日本特开 2008-135498

非专利文献

非专利文献 1 :Applied Physics Letters) (美国)、1999 年、第 75 卷、第 1 号、4 页

非专利文献 2 :Journal of Applied Physics, 102, 114504(2007)

非专利文献 3 :SID10 DIGEST, 560(2010)。

## 发明内容

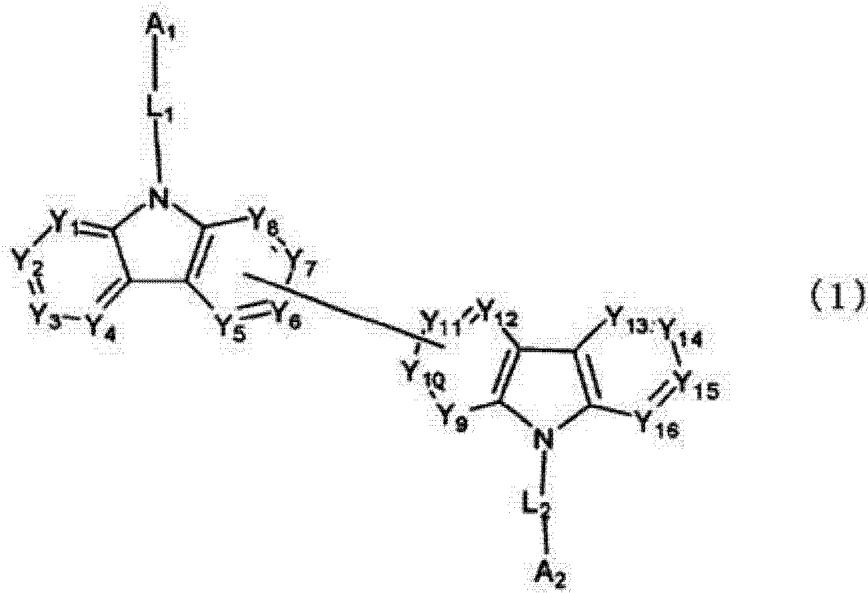
[0017] 本发明是在这种状况下提出的,其目的在于,提供发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及用于实现其的双咔唑衍生物。

[0018] 本发明人等为了达成前述目的而进行深入研究,结果发现,通过具有特定取代基的双咔唑衍生物,可以达成该目的。本发明是基于上述发现完成的。

[0019] 即,本发明提供下述双咔唑衍生物、有机电致发光元件用材料以及有机电致发光元件。需要说明的是,本说明书中,“氢”也包括氘。

[0020] 下述式(1)所示的双咔唑衍生物,

[化学式 1]



(式(1)中,A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>彼此独立地表示成环碳原子数为6~30的取代或未取代的芳香族烃基、或者成环碳原子数为2~30的取代或未取代的芳香族杂环基,

Y<sub>1</sub>~Y<sub>16</sub>彼此独立地表示C(R)或氮原子,R各自独立地表示氢原子、取代基或与咔唑骨架键合的连接键,

L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为6~30的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为2~30的二价芳香族杂环基,

其中,A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>中的至少一个表示取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并

萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基，

另外， $A_1$  和  $A_2$  中的一方是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时，另一方是成环碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳香族烃基或者取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、或者取代或未取代的苯并萘并噻吩基，

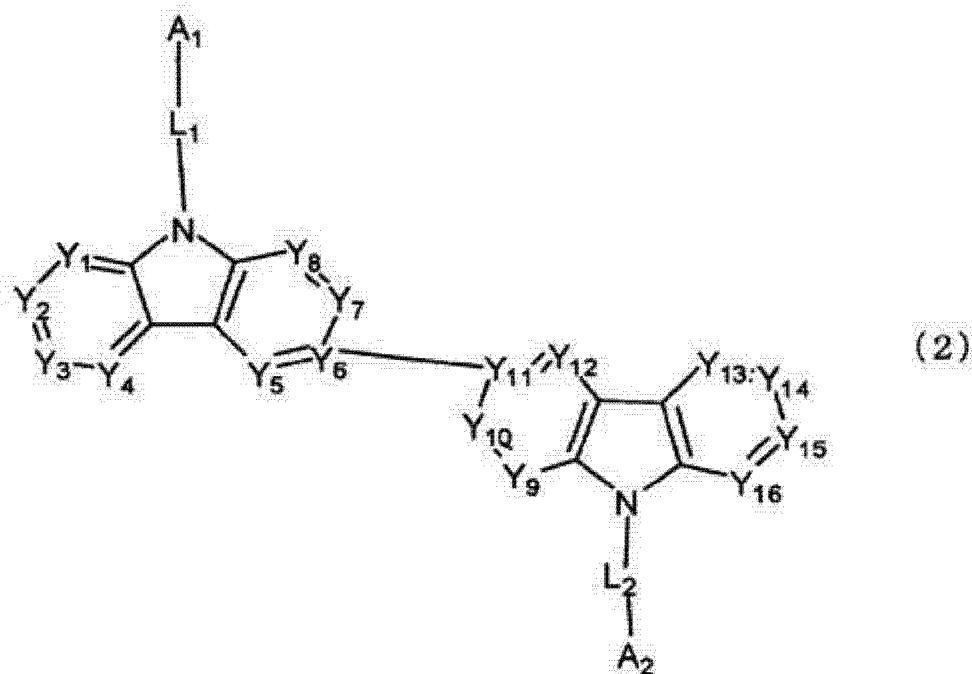
进而， $Y_6$  与  $Y_{11}$  键合时，满足下述 (i) 和 (ii)，

(i)  $A_1$  是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时， $L_1$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基，

(ii)  $A_2$  是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时， $L_2$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基)。

[0021] 根据上述 [1] 所述的双咔唑衍生物，其由下述式 (2) 表示，

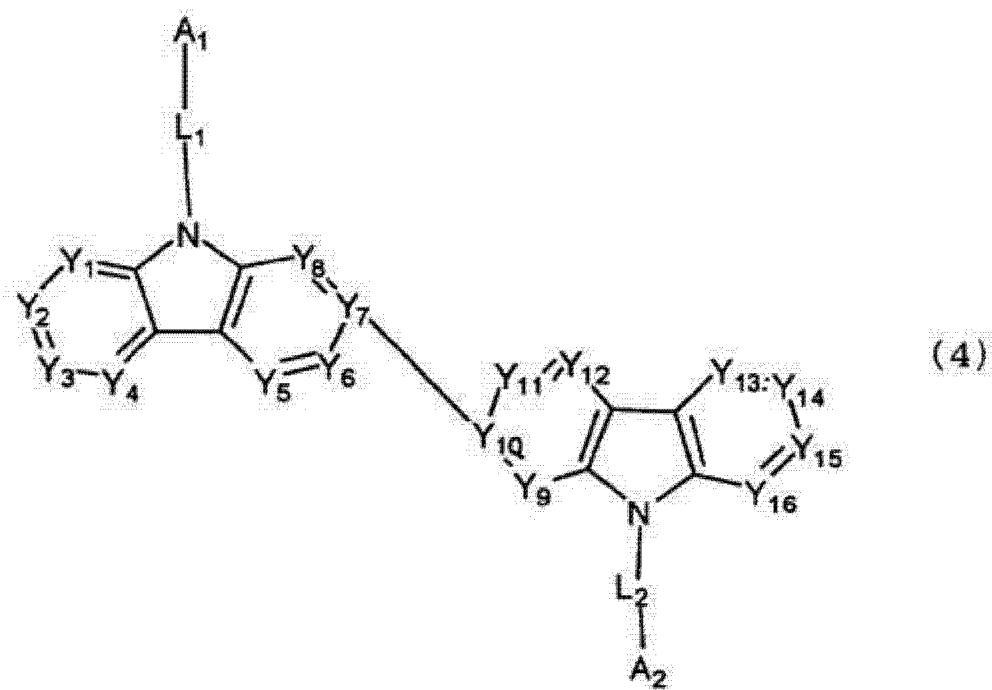
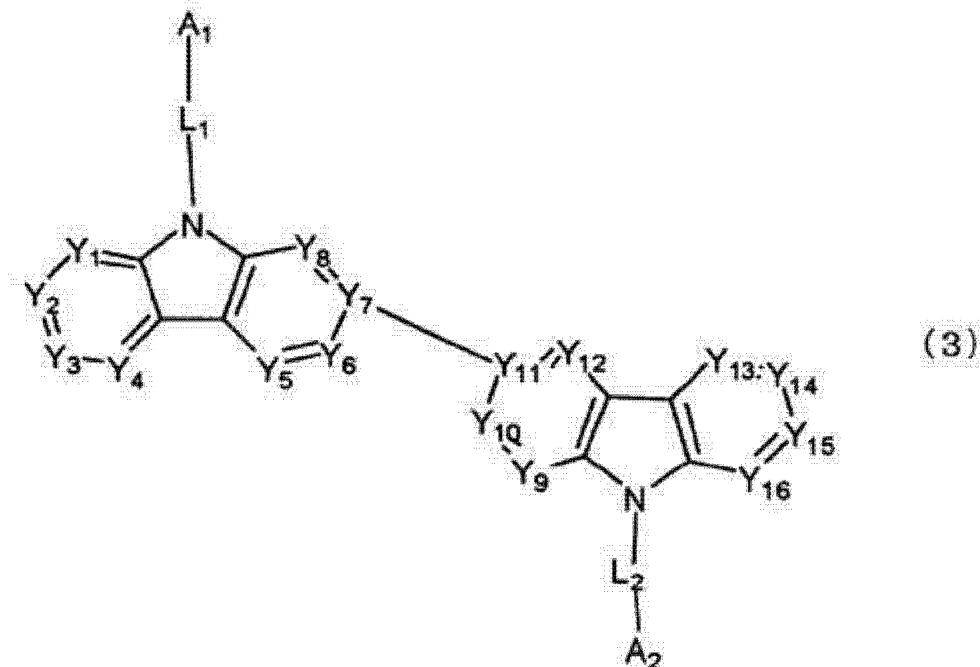
[ 化学式 2]



(式 (2) 中， $A_1$ 、 $A_2$ 、 $Y_1 \sim Y_{16}$ 、 $L_1$  和  $L_2$  分别与上述式 (1) 中的定义相同)。

[0022] 根据上述 [1] 所述的双咔唑衍生物，其由下述式 (3) 或 (4) 表示，

[ 化学式 3]



(式(3)或式(4)中,  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $Y_1 \sim Y_{16}$ 、 $L_1$  和  $L_2$  分别与上述式(1)中的定义相同)。

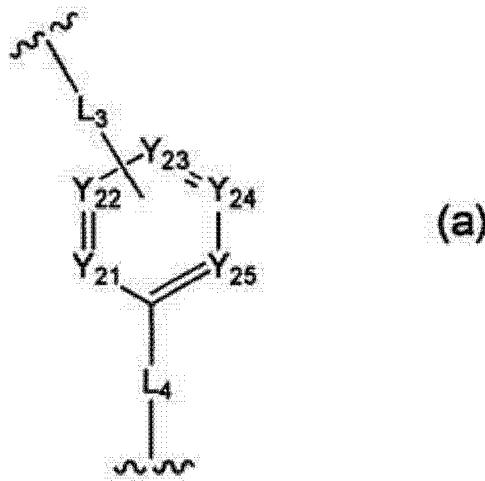
[0023] 根据上述 [1] ~ [3] 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $-L_1-A_1$  与  $-L_2-A_2$  彼此不同。

[0024] 根据上述 [1] ~ [4] 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $A_1$  是取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基。

[0025] 根据上述 [1] ~ [4] 中任意一项所述的双咔唑衍生物, 其中, 所述  $L_1$  是取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基, 所述  $A_1$  是 1- 二苯并呋喃基、3- 二苯并呋喃基、4- 二苯并呋喃基、或二苯并噻吩基。

[0026] 根据上述 [1] ~ [6] 中任意一项所述的双咔唑衍生物，其中，所述 L<sub>1</sub> 和 L<sub>2</sub> 中的至少一方是下述通式 (a) 所示的二价芳香族杂环基，

[化学式 4]



(式 (a) 中，Y<sub>21</sub> ~ Y<sub>25</sub> 彼此独立地表示 C(R<sub>a</sub>) 或氮原子，R<sub>a</sub> 各自独立地表示氢原子、取代基或与 L<sub>3</sub> 键合的连接键，

L<sub>3</sub> 和 L<sub>4</sub> 彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或者取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基，

其中，Y<sub>21</sub> ~ Y<sub>25</sub> 中的任意一个以上表示氮原子)。

[0027] 有机电致发光元件用材料，包含上述 [1] ~ [7] 中任意一项所述的双咔唑衍生物。

[0028] 有机电致发光元件，其中，在阴极与阳极之间具有含有发光层的多层有机薄膜层，所述有机薄膜层中的至少一层含有上述 [1] ~ [8] 中任意一项所述的双咔唑衍生物。

[0029] 根据上述 [9] 所述的有机电致发光元件，其中，所述发光层中含有所述双咔唑衍生物作为主体材料。

[0030] 根据上述 [10] 所述的有机电致发光元件，其中，所述发光层含有磷光材料。

[0031] 根据上述 [11] 所述的有机电致发光元件，其中，所述磷光材料为选自铱 (Ir)、锇 (Os)、铂 (Pt) 中的金属原子的邻位金属化络合物。

[0032] 根据上述 [12] 所述的有机电致发光元件，其中，在阴极与发光层之间具有电子注入层，该电子注入层含有含氮环衍生物。

[0033] 根据上述 [13] 所述的有机电致发光元件，其中，在阴极与发光层之间具有电子传输层，该电子传输层含有所述双咔唑衍生物。

[0034] 根据上述 [14] 所述的有机电致发光元件，其中，在阳极与发光层之间具有空穴传输层，该空穴传输层含有所述双咔唑衍生物。

[0035] 根据上述 [15] 所述的有机电致发光元件，其中，在阴极与有机薄膜层的界面含有还原性掺杂剂。

[0036] 根据上述 [9]、[10] 和 [13] ~ [16] 中任意一项所述的有机电致发光元件，其为荧光发光用。

[0037] 根据上述 [17] 所述的有机电致发光元件，其中，在阳极与空穴传输层之间具有空穴注入层。

[0038] 根据上述 [18] 所述的有机电致发光元件，其中，空穴传输层和空穴注入层中的至

少一方含有受主材料。

[0039] 根据上述 [17] ~ [19] 中任意一项所述的有机电致发光元件，其中，发光层含有选自蒽衍生物、荧蒽衍生物、苯乙烯胺衍生物和芳基胺衍生物中的至少一种。

[0040] 照明装置，其特征在于，具备上述 [9] ~ [20] 中任意一项所述的有机电致发光元件。

[0041] 显示装置，其特征在于，具备上述 [9] ~ [20] 中任意一项所述的有机电致发光元件。

#### [0042] 发明效果

根据本发明，可以提供发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及用于实现其的双咔唑衍生物。

#### 附图说明

[0043] [图 1] 为表示本发明的实施方式的有机电致发光元件（以下有时简称为“有机 EL 元件”）的一例的概要结构的图。

#### 具体实施方式

[0044] 以下对本发明进行具体说明。

##### [0045] (有机 EL 元件的结构)

首先对有机 EL 元件的元件结构进行说明。

[0046] 作为有机 EL 元件的代表性的元件结构，可列举出：

- (1) 阳极 / 发光层 / 阴极
- (2) 阳极 / 空穴注入层 / 发光层 / 阴极
- (3) 阳极 / 发光层 / 电子注入 - 传输层 / 阴极
- (4) 阳极 / 空穴注入层 / 发光层 / 电子注入 - 传输层 / 阴极
- (5) 阳极 / 有机半导体层 / 发光层 / 阴极
- (6) 阳极 / 有机半导体层 / 电子阻挡层 / 发光层 / 阴极
- (7) 阳极 / 有机半导体层 / 发光层 / 附着改善层 / 阴极
- (8) 阳极 / 空穴注入 - 传输层 / 发光层 / 电子注入 - 传输层 / 阴极
- (9) 阳极 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极
- (10) 阳极 / 无机半导体层 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极
- (11) 阳极 / 有机半导体层 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极
- (12) 阳极 / 绝缘层 / 空穴注入 - 传输层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极
- (13) 阳极 / 绝缘层 / 空穴注入 - 传输层 / 发光层 / 电子注入 - 传输层 / 阴极等结构。

[0047] 其中，优选使用 (8) 的结构，但是当然不限于此。

[0048] 另外，在各发光层之间，为了防止磷光发光层中生成的激发子扩散到荧光发光层，可以具有间隔层。

[0049] 图 1 表示本发明的实施方式的有机 EL 元件的一例的概要结构。

[0050] 有机 EL 元件 1 具有透明的基板 2、阳极 3、阴极 4、和配置在阳极 3 与阴极 4 之间的有机薄膜层 10。

[0051] 有机薄膜层10具有含有作为主体材料的磷光主体和作为磷光材料的磷光掺杂剂的磷光发光层5，在磷光发光层5与阳极3之间可以具备空穴注入-传输层6等，在磷光发光层5与阴极4之间可以具备电子注入-传输层7等。

[0052] 另外，可以分别在磷光发光层5的阳极3侧设置电子阻挡层，在磷光发光层5的阴极4侧设置空穴阻挡层。

[0053] 由此，可以将电子、空穴关闭在磷光发光层5，而提高磷光发光层5中的激发子的生成概率。

[0054] 另外，本发明的有机EL元件可以为荧光或磷光发光型的单色发光元件、荧光/磷光杂化型的白色发光元件，可以为具有单独的发光单元的简单型、具有多个发光单元的串联型。其中，“发光单元”指的是含有一层以上有机层，其中一层为发光层，通过所注入的空穴与电子再结合而可以发光的最小单元。发光单元的代表性的层结构示于以下。

[0055] (a) 空穴传输层 / 发光层 (/ 电子传输层)

(b) 空穴传输层 / 第一磷光发光层 / 第二磷光发光层 (/ 电子传输层)

(c) 空穴传输层 / 磷光发光层 / 间隔层 / 荧光发光层 (/ 电子传输层)

(d) 空穴传输层 / 第一磷光发光层 / 第二磷光发光层 / 间隔层 / 荧光发光层 (/ 电子传输层)

(e) 空穴传输层 / 第一磷光发光层 / 间隔层 / 第二磷光发光层 / 间隔层 / 荧光发光层 (/ 电子传输层)

(f) 空穴传输层 / 磷光发光层 / 间隔层 / 第一荧光发光层 / 第二荧光发光层 (/ 电子传输层)

上述各磷光或荧光发光层可以分别表现出彼此不同的发光色。具体而言，上述层叠发光层(d)中，可以列举出空穴传输层 / 第一磷光发光层(红色发光) / 第二磷光发光层(绿色发光) / 间隔层 / 荧光发光层(蓝色发光) / 电子传输层等层结构。

[0056] 需要说明的是，在各发光层与空穴传输层或间隔层之间可以适当设置电子阻挡层。另外，在各发光层与电子传输层之间可以适当设置空穴阻挡层。通过设置电子阻挡层、空穴阻挡层，可以将电子或空穴关闭在发光层内，而提高发光层中的电荷的再结合概率，从而提高发光效率。

[0057] 作为串联型有机EL元件的代表性的元件结构，可列举出以下的元件结构。

[0058] 阳极 / 第一发光单元 / 中间层 / 第二发光单元 / 阴极

其中，作为上述第一发光单元和第二发光单元，例如可以各自独立地选择与上述发光单元相同的发光单元。

[0059] 上述中间层通常被称为中间电极、中间导电层、电荷发生层、电子逸出层、连接层、中间绝缘层，可以使用向第一发光单元供给电子、向第二发光单元供给空穴的公知的材料结构。

[0060] 需要说明的是，本说明书中，荧光主体和磷光主体的用语，与荧光掺杂剂组合时称为荧光主体，与磷光掺杂剂组合时称为磷光主体，并非仅由分子结构一个意义地限定划分为荧光主体、磷光主体。

[0061] 也就是说，本说明书中，荧光主体指的是构成含有荧光掺杂剂的荧光发光层的材料，并非指的是仅可以用于荧光发光材料的主体的材料。

[0062] 同样地,磷光主体指的是构成含有磷光掺杂剂的磷光发光层的材料,并非指的是仅可以用于磷光发光材料的主体的材料。

[0063] 另外,本说明书中“空穴注入 - 传输层”指的是“空穴注入层和空穴传输层中的至少任意一方”,“电子注入 - 传输层”指的是“电子注入层和电子传输层中的至少任意一方”。

[0064] (透光性基板)

本发明的有机EL元件,在透光性的基板上制作。其中所称的透光性基板为支撑有机EL元件的基板,优选为400nm ~ 700nm的可见光区域的光的透过率为50%以上的平滑的基板。

[0065] 具体而言,可列举出玻璃板、聚合物板等。

[0066] 作为玻璃板,特别是可列举出使用钠钙玻璃、含有钡 - 锶的玻璃、铅玻璃、铝硅酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃、钡硼硅酸盐玻璃、石英等作为原料而成的玻璃板。

[0067] 另外,作为聚合物板,可列举出使用聚碳酸酯、丙烯酸(酯)、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚醚砜、聚砜等作为原料而成的聚合物板。

[0068] (阳极和阴极)

有机EL元件的阳极承担将空穴注入到空穴注入层、空穴传输层或发光层的作用,具有4.5eV以上的功函数是有效的。

[0069] 作为阳极材料的具体例,可列举出氧化铟锡合金(ITO)、氧化锡(NESA)、氧化铟锌氧化物、金、银、铂、铜等。

[0070] 阳极可以通过利用蒸镀法、溅射法等方法将这些电极物质形成薄膜来制作。

[0071] 如本实施方式那样,从阳极取出源自发光层的发光的情况下,优选使阳极的可见光区域的光的透过率大于10%。另外,阳极的片电阻优选为数百Ω/□以下。阳极的膜厚虽然取决于材料,但是通常在10nm ~ 1μm、优选10nm ~ 200nm的范围内选择。

[0072] 作为阴极,为了向电子注入层、电子传输层或发光层注入电子,优选为功函数小的材料。

[0073] 对阴极材料没有特别限定,具体而言,可以使用铟、铝、镁、镁 - 钨合金、镁 - 铝合金、铝 - 锂合金、铝 - 钆 - 锂合金、镁 - 银合金等。

[0074] 阴极也与阳极同样地,可以通过利用蒸镀法、溅射法等方法形成薄膜来制作。另外,也可以采用从阴极侧取出发光的方式。

[0075] (发光层)

有机EL元件的发光层兼具以下的功能。

[0076] 即,具有:

(1) 注入功能:在施加电场时可以由阳极或空穴注入层注入空穴,可以由阴极或电子注入层注入电子的功能,

(2) 传输功能:利用电场的力使所注入的电荷(电子和空穴)移动的功能,

(3) 发光功能:提供电子与空穴的再结合的场所,使其与发光相关的功能。

[0077] 其中,空穴注入的容易程度和电子的注入容易程度可以存在不同,另外,以空穴和电子的迁移率表示的传输功能可以存在差异。

[0078] 作为形成该发光层的方法,例如可以适用蒸镀法、旋涂法、LB法等公知的方法。

[0079] 其中,上述发光层,例如可以采用将电子传输性的主体与空穴传输性的主体组合等、来调整发光层内的载流子平衡的双主体(也称为主体 - 共主体)。

[0080] 另外,可以采用通过添加两种以上量子收率高的掺杂材料、使各掺杂剂发光的双掺杂剂。具体而言,可列举出通过将主体、红色掺杂剂和绿色掺杂剂共蒸镀,使发光层共通化而实现黄色发光的方式。

[0081] 通过上述发光层形成多层发光层层叠而成的层叠体,可以在发光层界面蓄积电子和空穴、使再结合区域集中在发光层界面、从而提高量子效率。

[0082] 发光层优选为分子沉积膜。

[0083] 其中,分子沉积膜指的是由气相状态的材料化合物沉积形成的薄膜、由溶液状态或液相状态的材料化合物固体化形成的膜,通常该分子沉积膜,可以根据聚集结构、高维结构的不同,起因于此的功能的不同与通过 LB 法形成的薄膜(分子累积膜)相区分。

[0084] 另外,将树脂等粘合剂和材料化合物溶解于溶剂形成溶液后,将其利用旋涂法等薄膜化,由此也可以形成发光层。

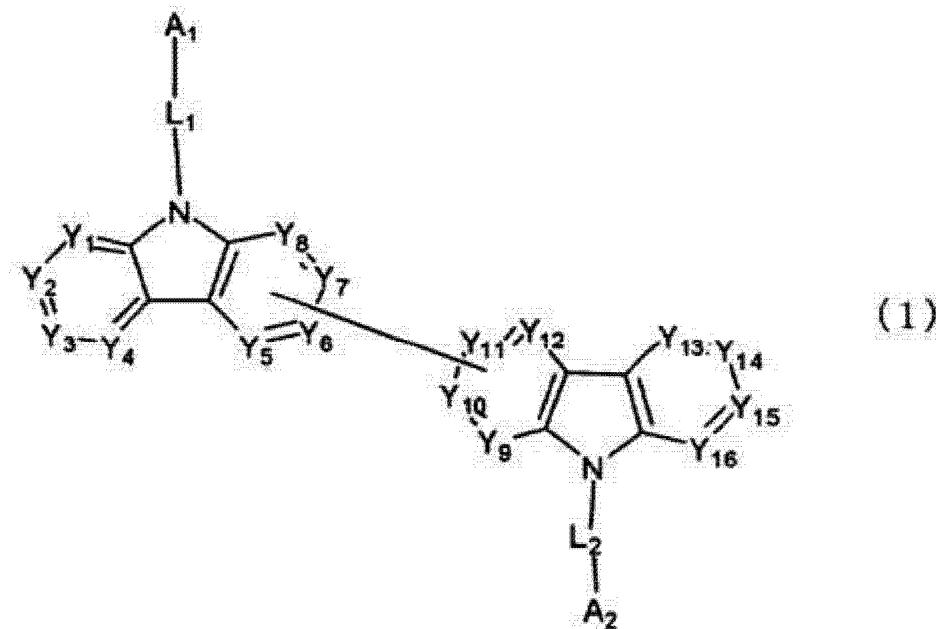
[0085] 本发明的有机 EL 元件,在阴极与阳极之间具备包含一层或多层的有机薄膜层,该有机薄膜层具有至少一层发光层,该有机薄膜层的至少一层含有至少一种磷光材料、至少一种后述的本发明的有机电致发光元件用材料。另外,优选发光层的至少一层含有本发明的有机电致发光元件用材料和至少一种磷光材料。

[0086] (双咔唑衍生物)

本发明的有机 EL 元件,在阴极与阳极之间具有含有发光层的多层有机薄膜层,该有机薄膜层中的至少一层含有双咔唑衍生物。需要说明的是,本说明书中,“氢”也包括氘。另外,本发明的双咔唑衍生物优选在分子中仅具有两个咔唑结构。

[0087] 本发明的双咔唑衍生物,在特定的位置具有取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基,具体而言,以下述式(1)~(4)中的任意一个表示。

[0088] [化学式 5]



(式(1)中,A<sub>1</sub> 和 A<sub>2</sub> 彼此独立地表示成环碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳香族

烃基、或成环碳原子数为 2 ~ 30 的取代或未取代的芳香族杂环基，

$Y_1 \sim Y_{16}$  彼此独立地表示 C(R) 或氮原子, R 各自独立地表示氢原子、取代基或与咔唑骨架键合的连接键，

$L_1$  和  $L_2$  彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基，

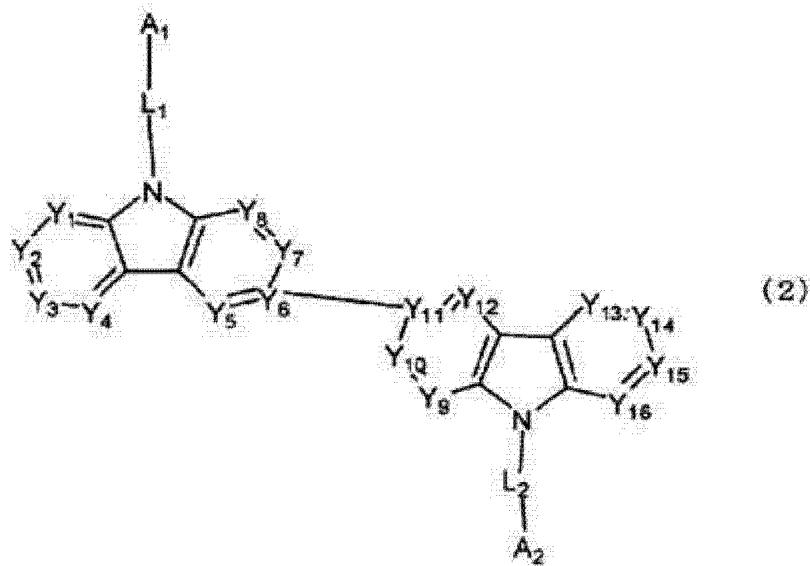
其中,  $L_1$  和  $L_2$  中的至少一个表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、或取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基,  $A_1$  和  $A_2$  中的至少一个表示取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基, 进而,  $A_1$  和  $A_2$  中的一方是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时, 另一方是成环碳原子数为 6 ~ 30 的取代或未取代的芳香族烃基、或取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、或取代或未取代的苯并萘并噻吩基。)

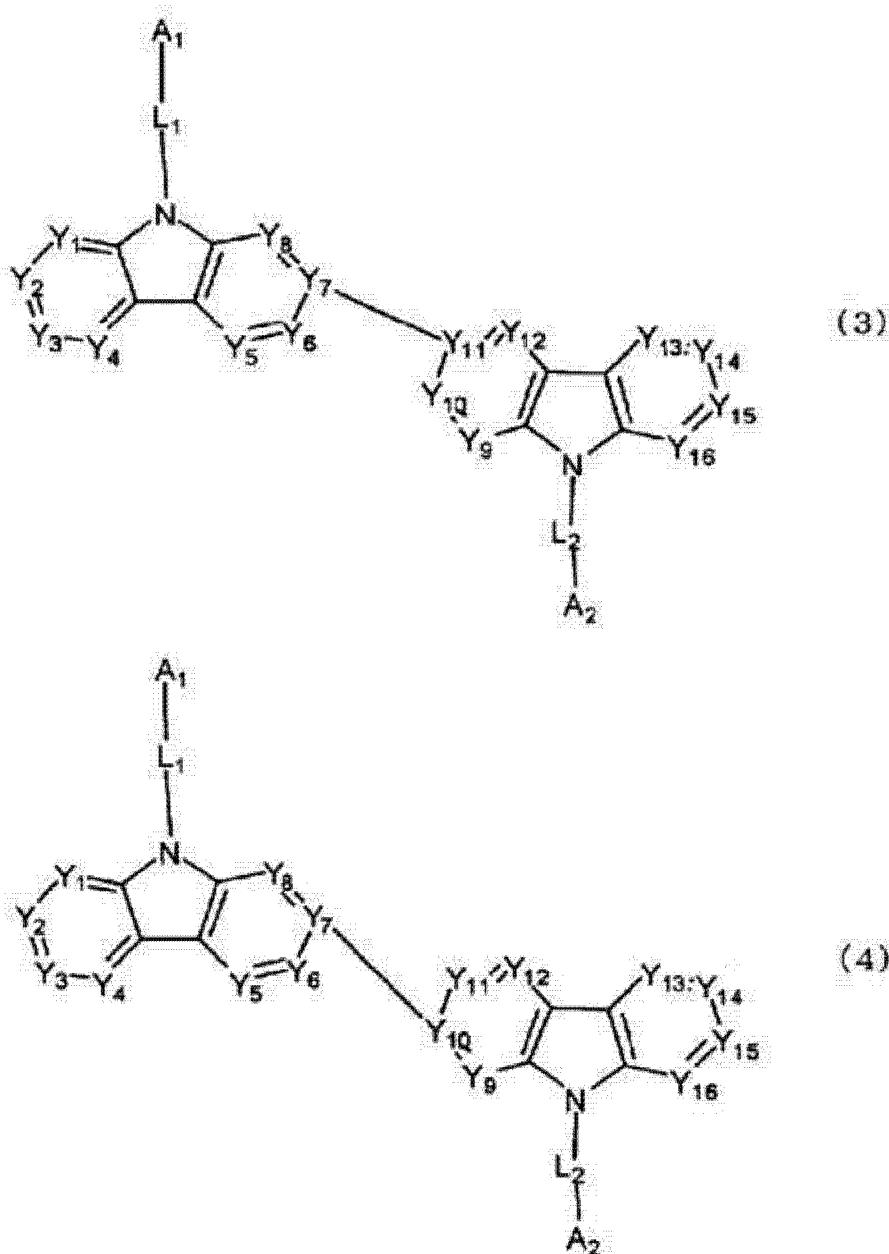
需要说明的是, 式(1)中,  $Y_1 \sim Y_4$  中的至少一个是 C(R),  $Y_5 \sim Y_8$  中的至少一个是 C(R),  $Y_9 \sim Y_{12}$  中的至少一个是 C(R),  $Y_{13} \sim Y_{16}$  中的至少一个是 C(R)。

[0089] 另外,  $Y_5 \sim Y_8$  中的一个是 C(R),  $Y_9 \sim Y_{12}$  中的一个是 C(R), 这些 R 表示彼此键合的连接键。

[0090] 式(1)中的多个 R 可以彼此相同或不同。

[0091] [ 化学式 6 ]





(式(2)～(4)中, A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、Y<sub>1</sub>～Y<sub>16</sub>、L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>分别与上述式(1)中的定义相同)。

[0092] 前述式(1)～(4)中, A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>中的至少一个表示取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的二苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的二苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、取代或未取代的苯并萘并噻吩基,进而A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>中的一方是二苯并呋喃基或二苯并噻吩基时,另一方是成环碳原子数为6～30的取代或未取代的芳香族烃基、或取代或未取代的苯并呋喃基、取代或未取代的苯并噻吩基、取代或未取代的苯并萘并呋喃基、或取代或未取代的苯并萘并噻吩基。

[0093] 作为上述A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>的取代或未取代的二苯并呋喃基,特别优选为取代或未取代的4-二苯并呋喃基,作为取代或未取代的二苯并噻吩基,特别优选为取代或未取代的4-二苯并噻吩基。

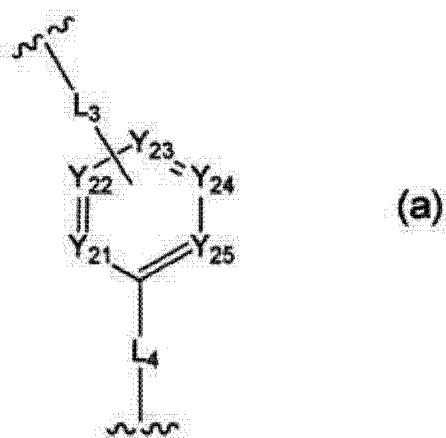
[0094] 进而,前述式(1)～(4)中的-L<sub>1</sub>-A<sub>1</sub>与-L<sub>2</sub>-A<sub>2</sub>优选彼此不同。

[0095] 需要说明的是,作为A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>和R中的任意一个表示的取代或未取代的苯基,优选为

被碳原子数为 10 ~ 30 的芳香族烃基取代的苯基, 特别优选为萘基苯基。

[0096] 若前述式 (1) ~ (4) 中的  $L_1$  和  $L_2$ , 其至少一方是下述式 (a) 表示的二价芳香族杂环基, 则作为与绿色发光性掺杂剂一起使用的主体材料特别优选。

[0097] [ 化学式 7 ]



(式 (a) 中,  $Y_{21} \sim Y_{25}$  彼此独立地表示  $C(R_a)$  或氮原子,  $R_a$  各自独立地表示氢原子、取代基或与  $L_3$  键合的连接键。)

[0098]  $L_3$  和  $L_4$  彼此独立地是单键、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的二价芳香族烃基、取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的二价芳香族杂环基。

[0099] 其中,  $Y_{21} \sim Y_{25}$  中的任意一个以上表示氮原子)

式 (a) 中, 优选  $Y_{21}$  和  $Y_{25}$  表示氮原子, 进而, 更优选  $Y_{22}$  和  $Y_{24}$  表示  $C(R_a)$ 。

[0100] 进而, 前述式 (1) ~ (4) 中的  $A_1$  是取代或未取代的二苯并呋喃基、或取代或未取代的二苯并噻吩基时, 优选  $L_2$  是上述通式 (a) 所示的二价芳香族杂环基,  $A_2$  是取代或未取代的二苯并呋喃基、或取代或未取代的二苯并噻吩基时, 优选  $L_1$  是上述通式 (a) 所示的二价芳香族杂环基。

[0101] 作为前述通式 (1) ~ (4) 中的  $A_1$  和  $A_2$  具有的取代基、 $R$  和  $R_a$  所示的取代基的具体例, 可列举出氟原子、氰基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的亚烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的二价不饱和烃基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的卤代烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 10 的直链状、支链状或环状的烷基甲硅烷基、取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 30 的芳基甲硅烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 30 的芳香族烃基、取代或未取代的成环碳原子数为 2 ~ 30 的芳香族杂环基。另外, 这些取代基可以为多个, 多个时可以彼此相同或不同。

[0102] 需要说明的是, 邻接的成环碳上的  $R$  可以彼此键合与成环碳一起形成环结构。

[0103] 作为前述碳原子数为 1 ~ 20 的直链状、支链状或环状的烷基, 可列举出例如甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一烷基、正十二烷基、正十三烷基、正十四烷基、正十五烷基、正十六烷基、正十七烷基、正十八烷基、新戊基、1- 甲基戊基、2- 甲基戊基、1- 戊基己基、1- 丁基戊基、1- 庚基辛基、3- 甲基戊基、环戊基、环己基、环辛基、3, 5- 四甲基环己基等, 三氟甲基、

2, 2, 2-三氟乙基、1, 1, 1, 3, 3, 3-六氟-2-丙基等。

[0104] 作为前述碳原子数为1～20的直链状、支链状或环状的亚烷基，可列举出例如亚乙基、亚丙基、亚丁基等。

[0105] 作为前述碳原子数为1～20的直链状、支链状或环状的二价不饱和烃基，可列举出例如1, 3-丁二烯-1, 4-二基等。

[0106] 作为前述碳原子数为1～10的直链状、支链状或环状的烷基甲硅烷基，可列举出例如三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三丁基甲硅烷基、二甲基乙基甲硅烷基、二甲基异丙基甲硅烷基、二甲基丙基甲硅烷基、二甲基丁基甲硅烷基、二甲基叔丁基甲硅烷基、二乙基异丙基甲硅烷基等。

[0107] 作为前述碳原子数为6～30的芳基甲硅烷基，可列举出例如苯基二甲基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基、二苯基叔丁基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等。

[0108] 作为卤原子，可列举出氟原子。

[0109] 作为前述成环碳原子数为2～30的芳香族杂环基，可列举出非稠合芳香族杂环和稠合芳香族杂环，更具体而言，可列举出吡咯基、吡嗪基、吡啶基、吲哚基、异吲哚基、呋喃基、苯并呋喃基、异苯并呋喃基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、喹啉基、异喹啉基、喹喔啉基、咔唑基、菲啶基、吖啶基、菲咯啉基、噻吩基，以及由吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、哒嗪环、三嗪环、吲哚环、喹啉环、吖啶环、吡咯烷环、二噁烷环、哌啶环、吗啉环、哌嗪环、咔唑环、呋喃环、噻吩环、噁唑环、噁二唑环、苯并噁唑环、噻唑环、噁二唑环、苯并噻唑环、三唑环、咪唑环、苯并咪唑环、吡喃环、二苯并呋喃环、苯并[c]二苯并呋喃环形成的基团。

[0110] 作为前述成环碳原子数为6～30的芳香族烃基，可列举出非稠合芳香族烃基和稠合芳香族烃基，更具体而言，可列举出苯基、萘基、菲基、联苯基、三联苯基、四联苯基、荧蒽基、苯并菲基、菲基、9, 9-二甲基芴基、苯并[c]菲基、苯并[a]苯并菲基、萘并[1, 2-c]菲基、萘并[1, 2-a]苯并菲基、二苯并[a, c]苯并菲基、苯并[b]荧蒽基等。

[0111] 作为前述通式(1)～(4)中的L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>，可列举出取代或未取代的成环碳原子数为

6～30的二价芳香族烃基、取代或未取代的成环碳原子数为2～30的二价芳香族杂环基。

[0112] 作为成环碳原子数为6～30的二价芳香族烃基的具体例，可列举出作为上述的成环碳原子数为6～30的芳香族烃基所举出的基团形成二价基团的例子。

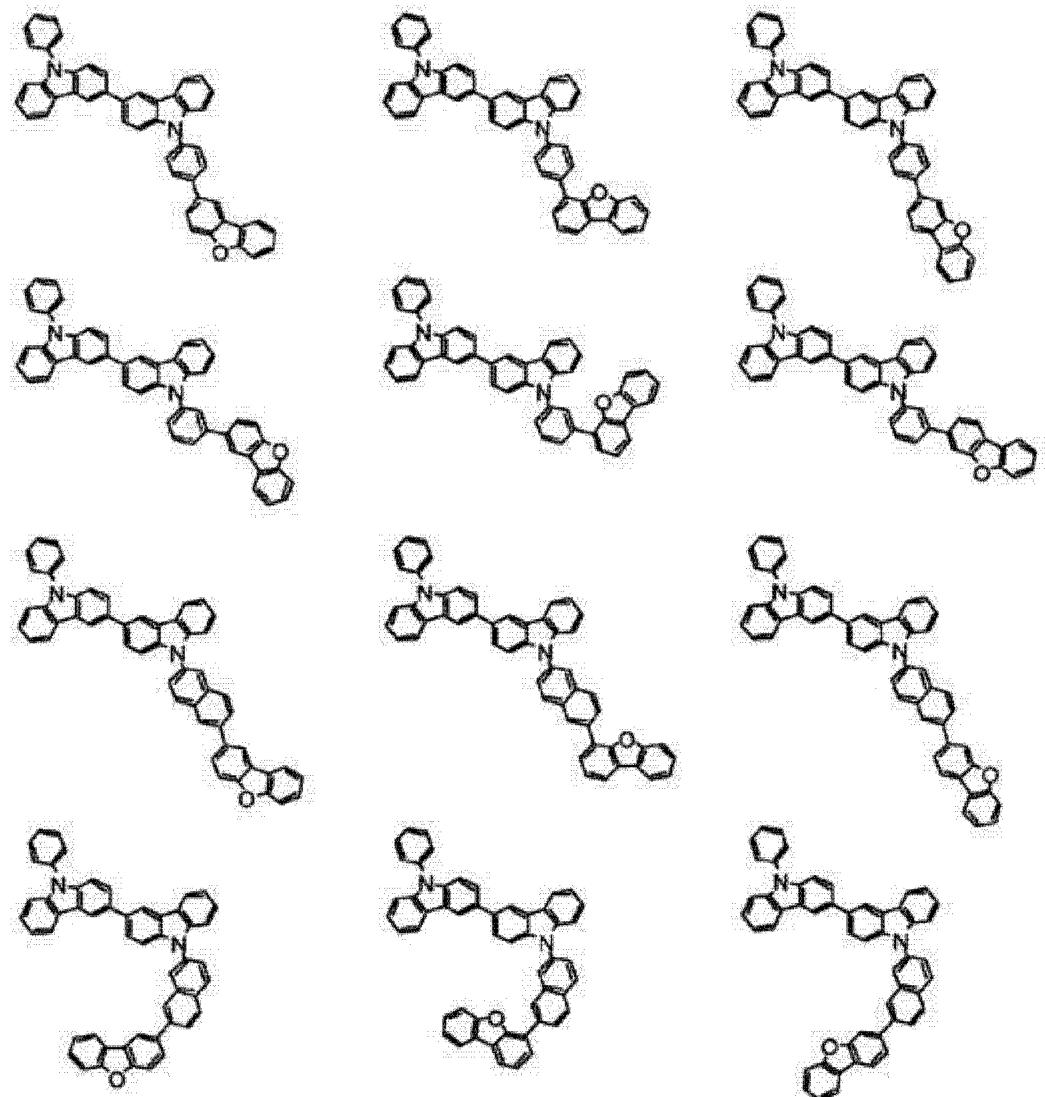
[0113] 另外，作为成环碳原子数为2～30的二价芳香族杂环基的具体例，可列举出作为上述的成环碳原子数为2～30的芳香族杂环基所举出的基团形成二价基团的例子。

[0114] 前述通式(1)～(4)中，优选Y<sub>1</sub>～Y<sub>16</sub>全部为C(R)。

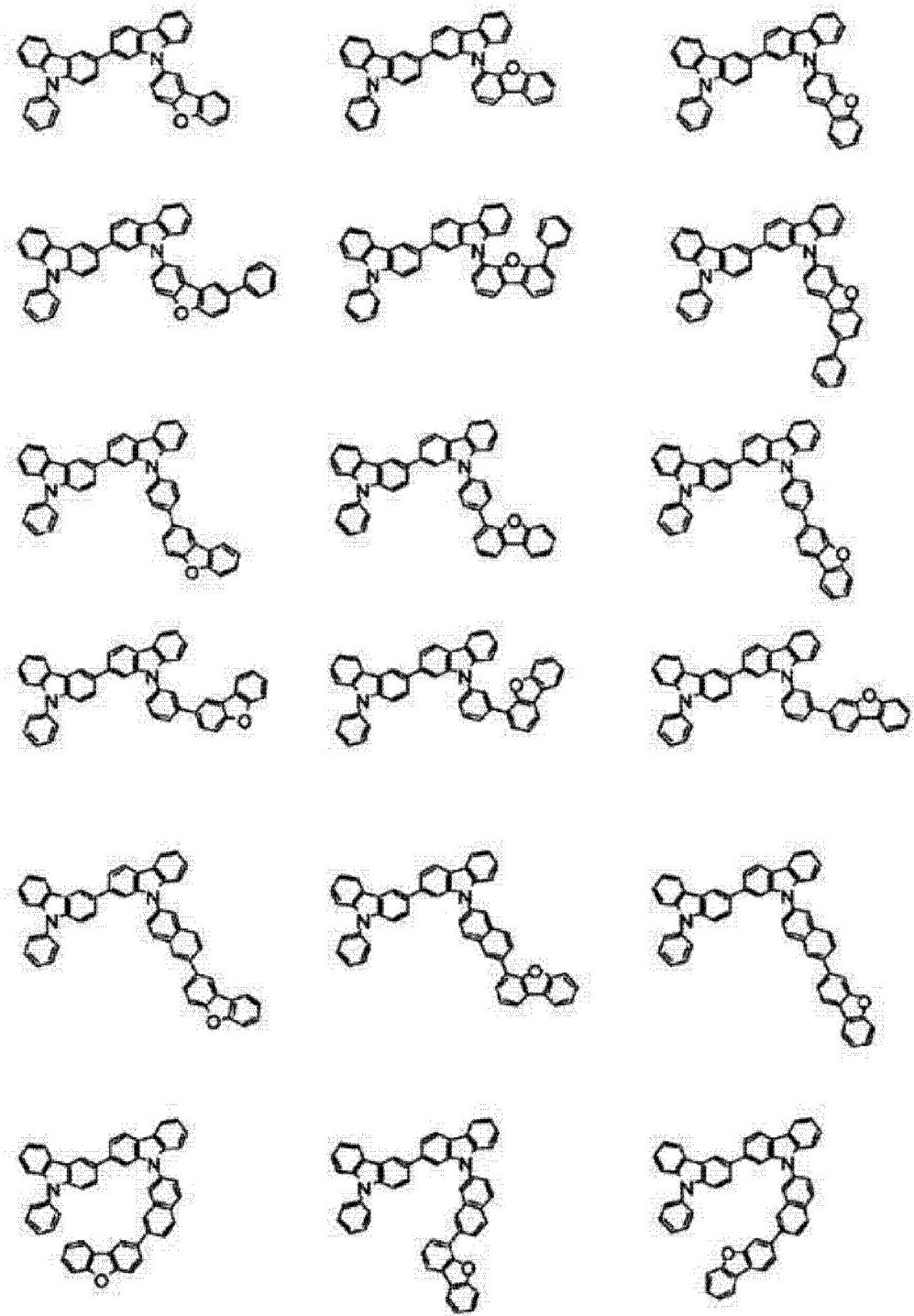
[0115] 前述通式(1)～(4)中，Y<sub>1</sub>～Y<sub>8</sub>、Y<sub>9</sub>～Y<sub>16</sub>分别优选R所示的取代基的个数为0～2个，更优选为0或1个。

[0116] 作为前述通式(1)～(4)所示的本发明的双咔唑衍生物，可列举出例如以下所示的化合物作为具体例。需要说明的是，以下的结构式中，D表示氘(deuterium)。

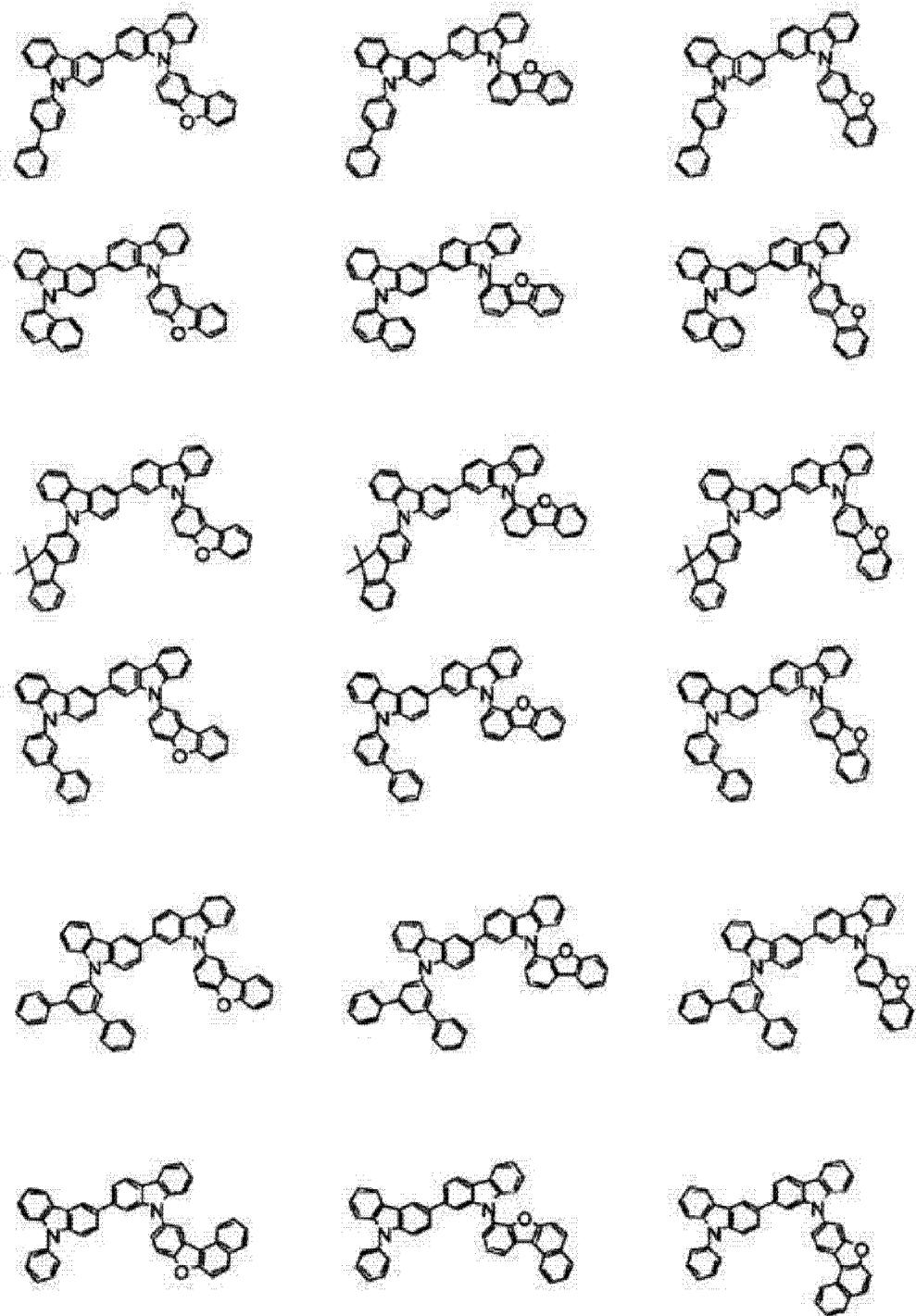
[0117] [化学式8]



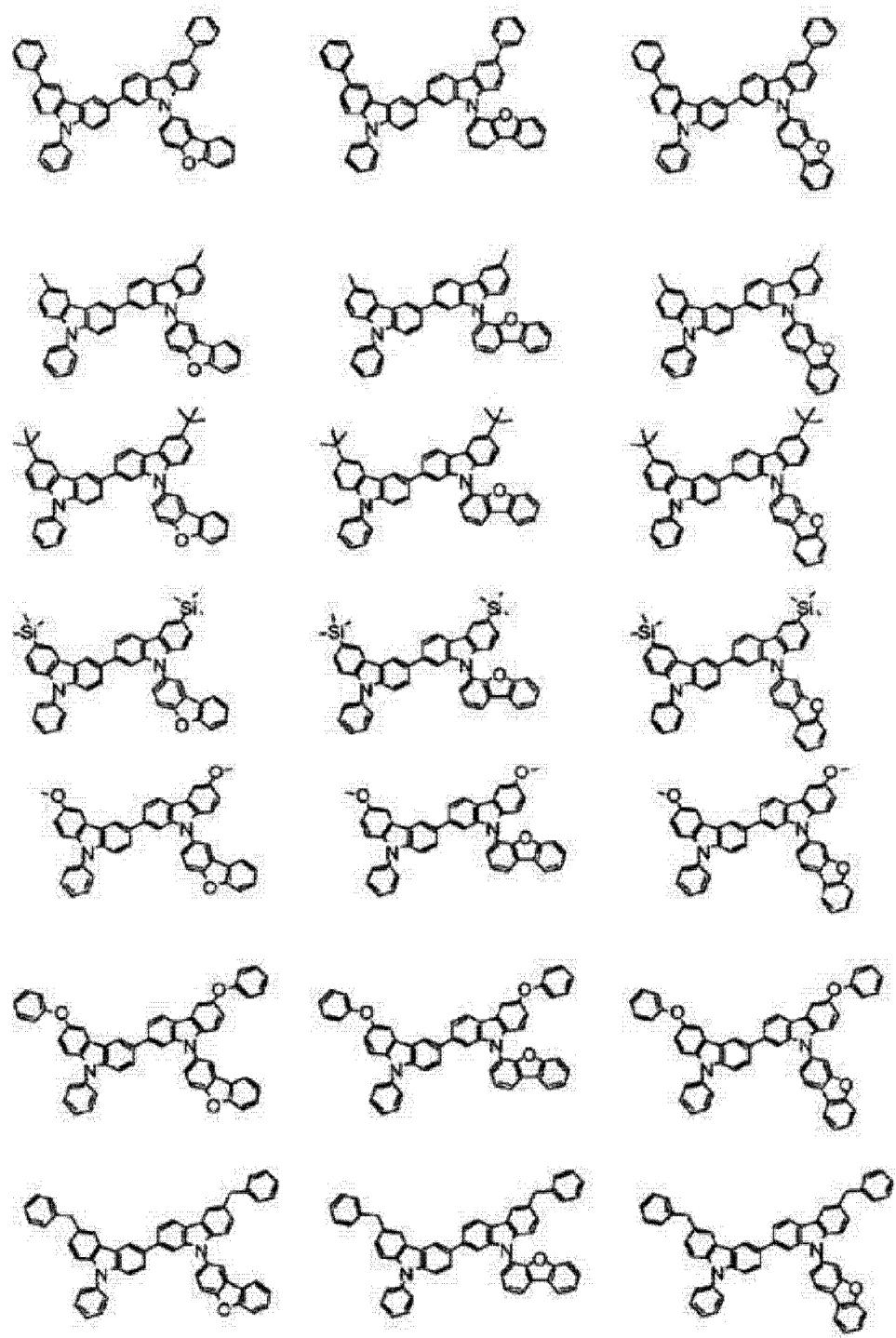
[ 化学式 9]



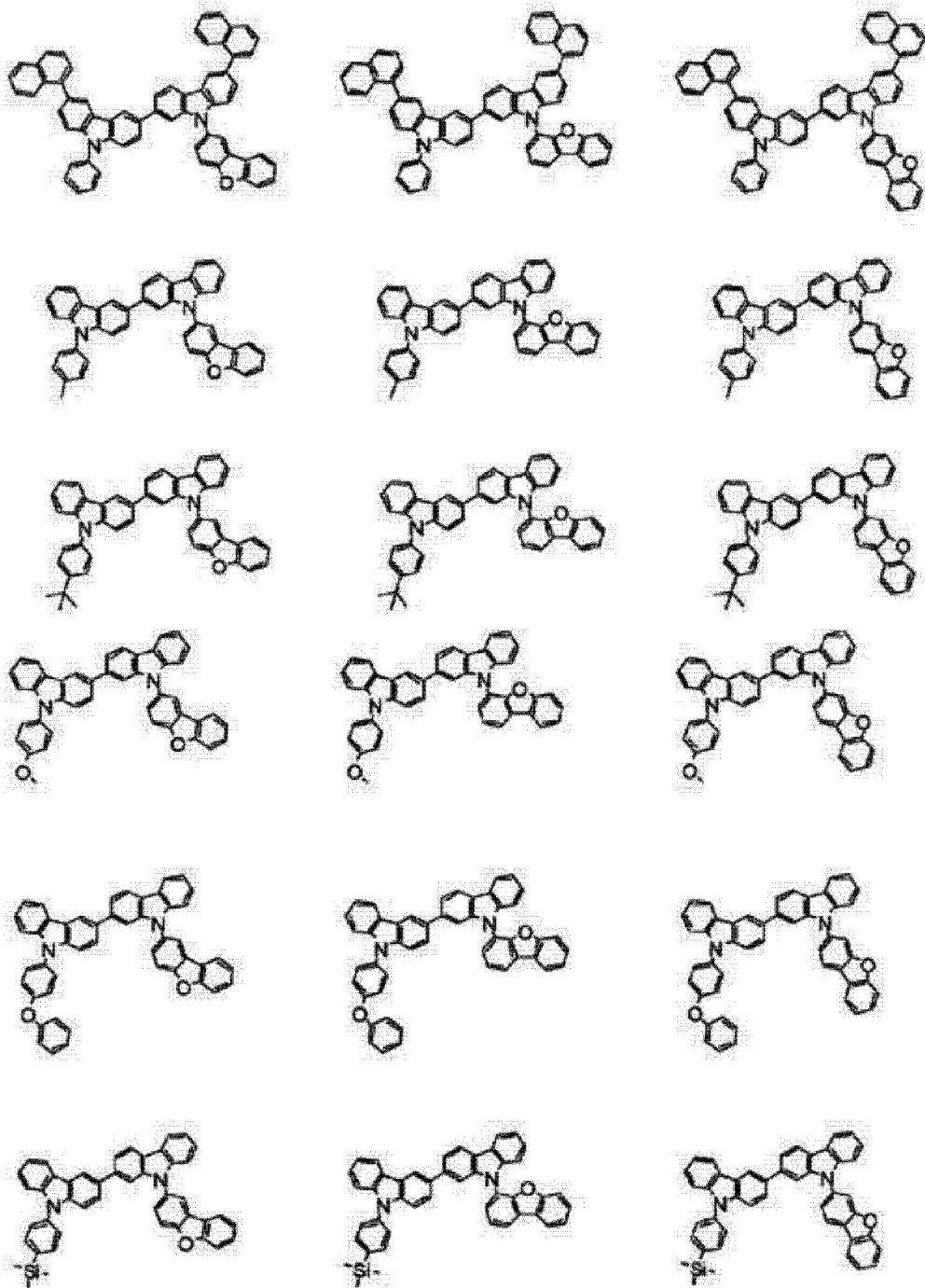
[ 化学式 10]



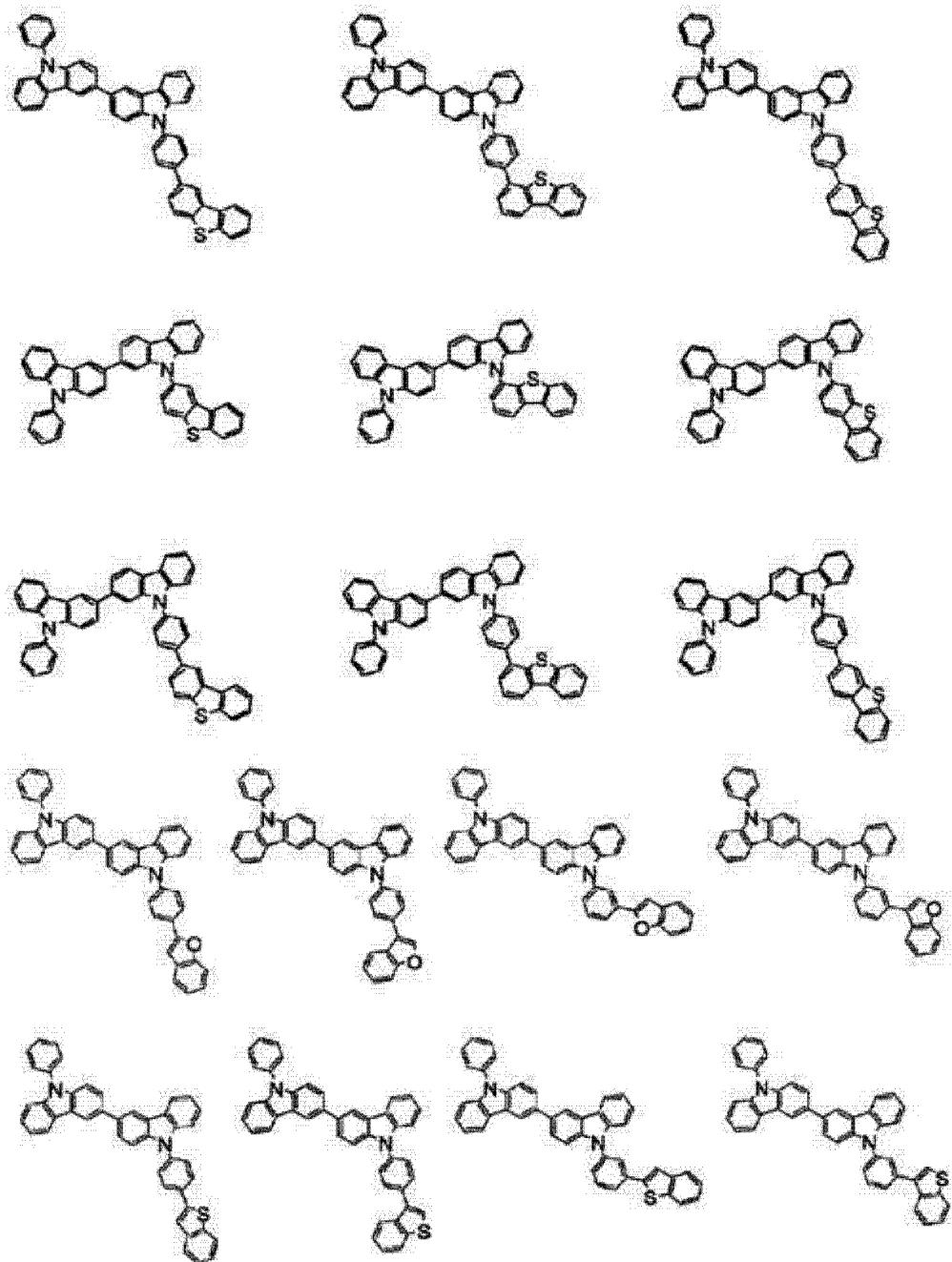
[ 化学式 11]



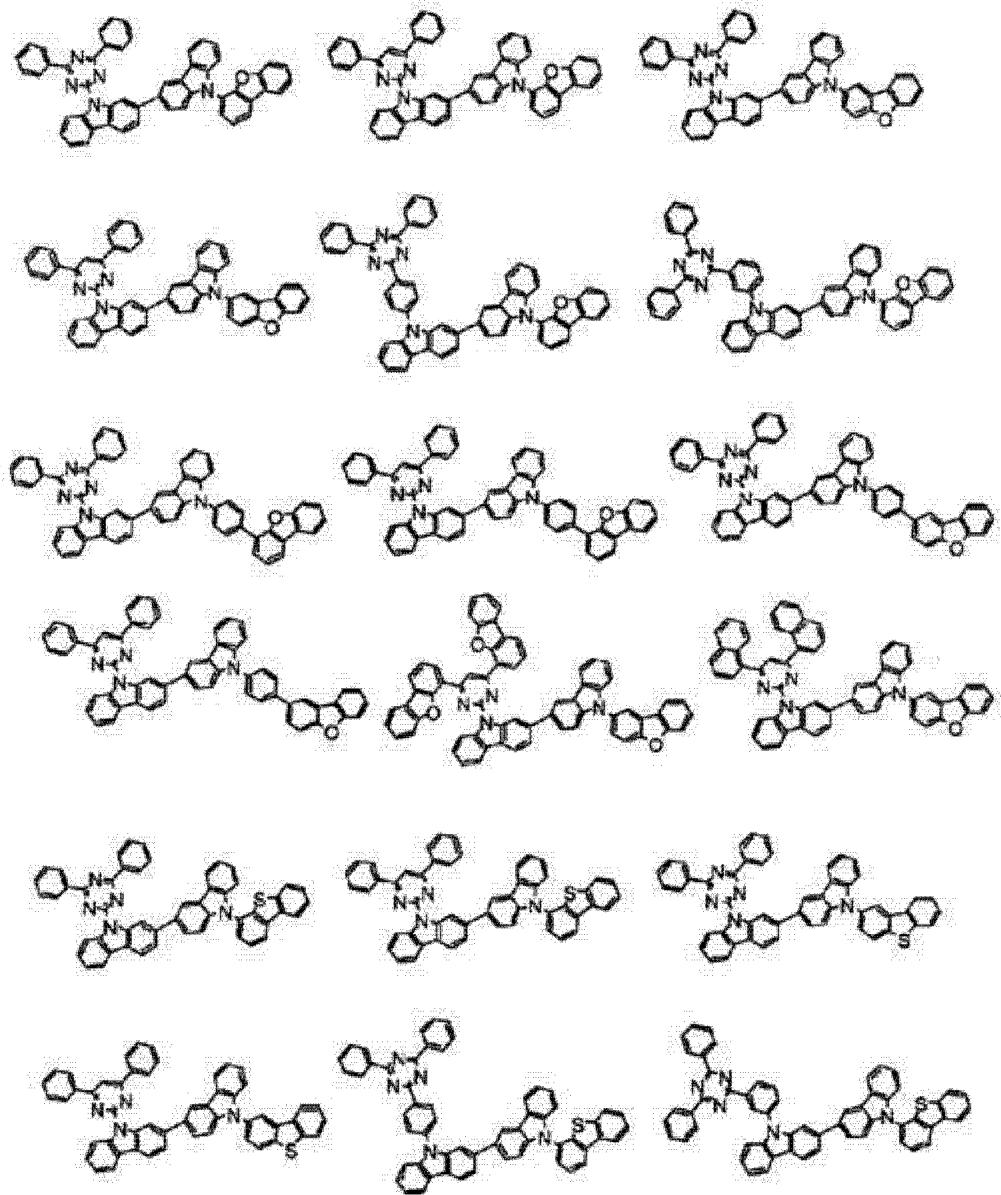
[ 化学式 12]



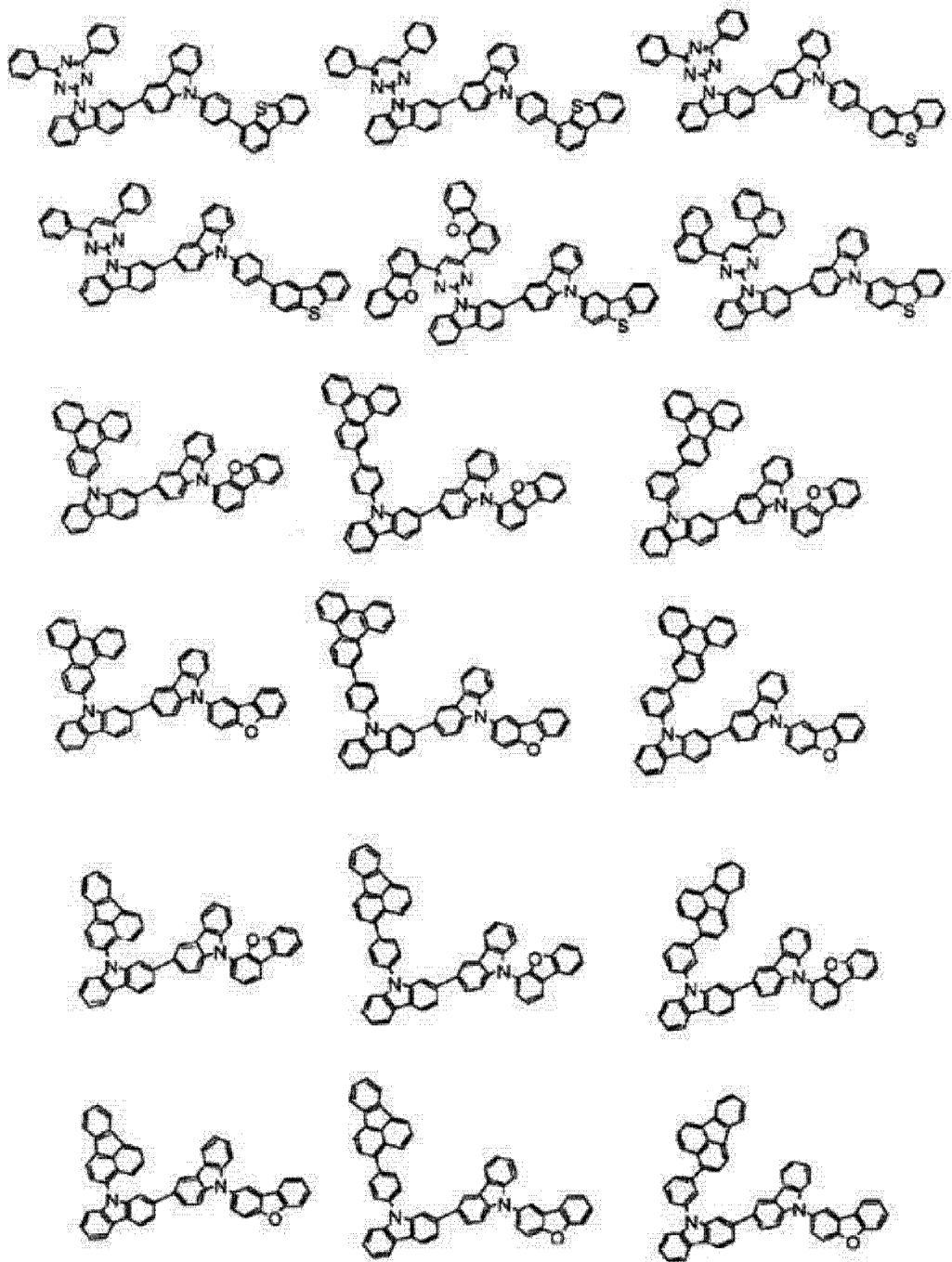
[ 化学式 13]



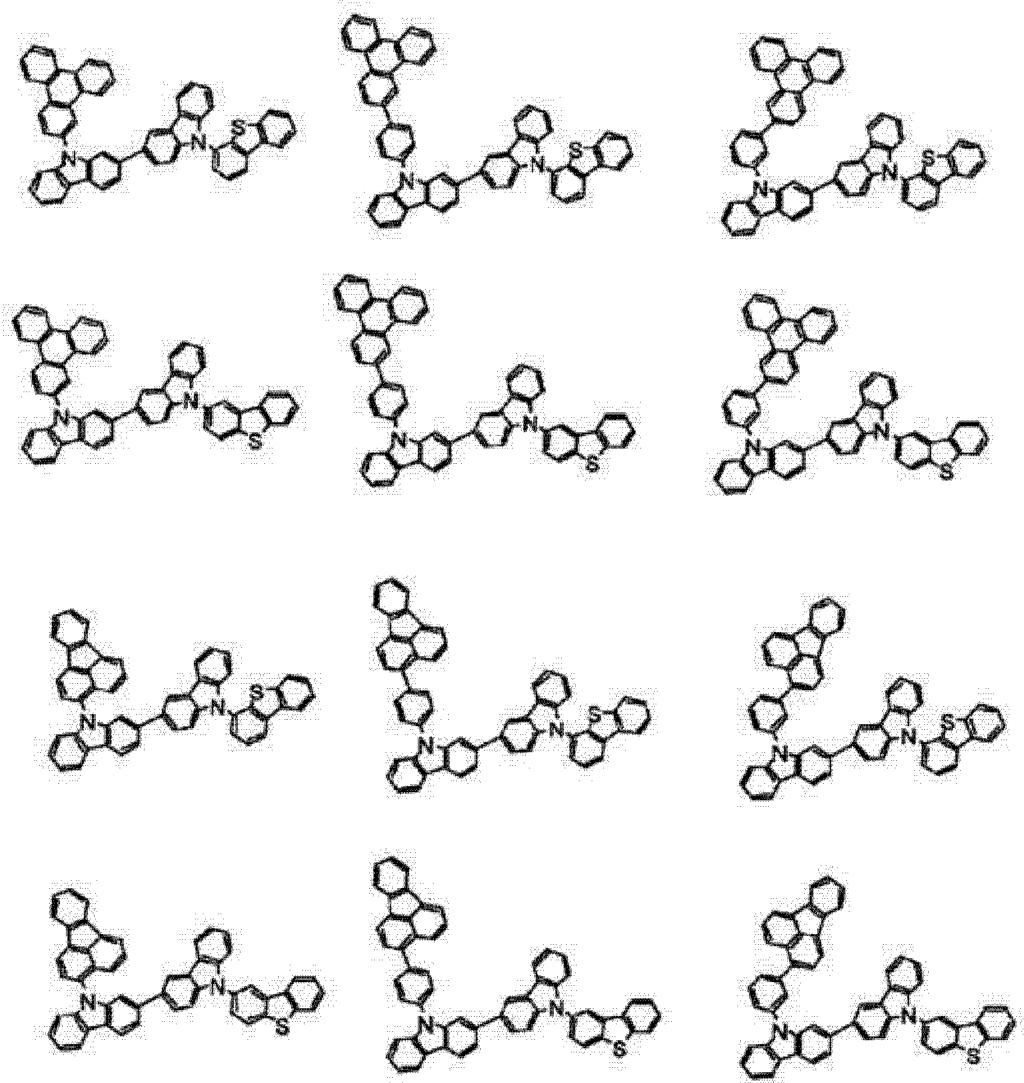
[ 化学式 14]



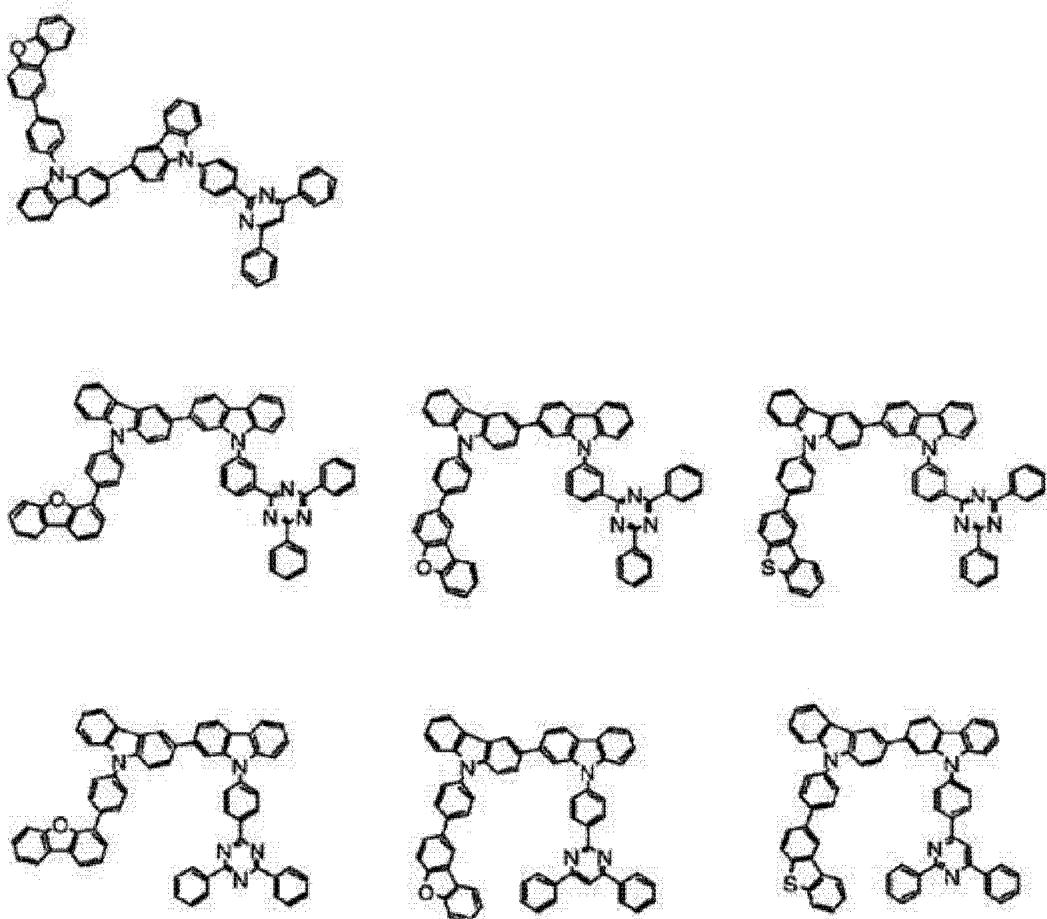
[ 化学式 15]



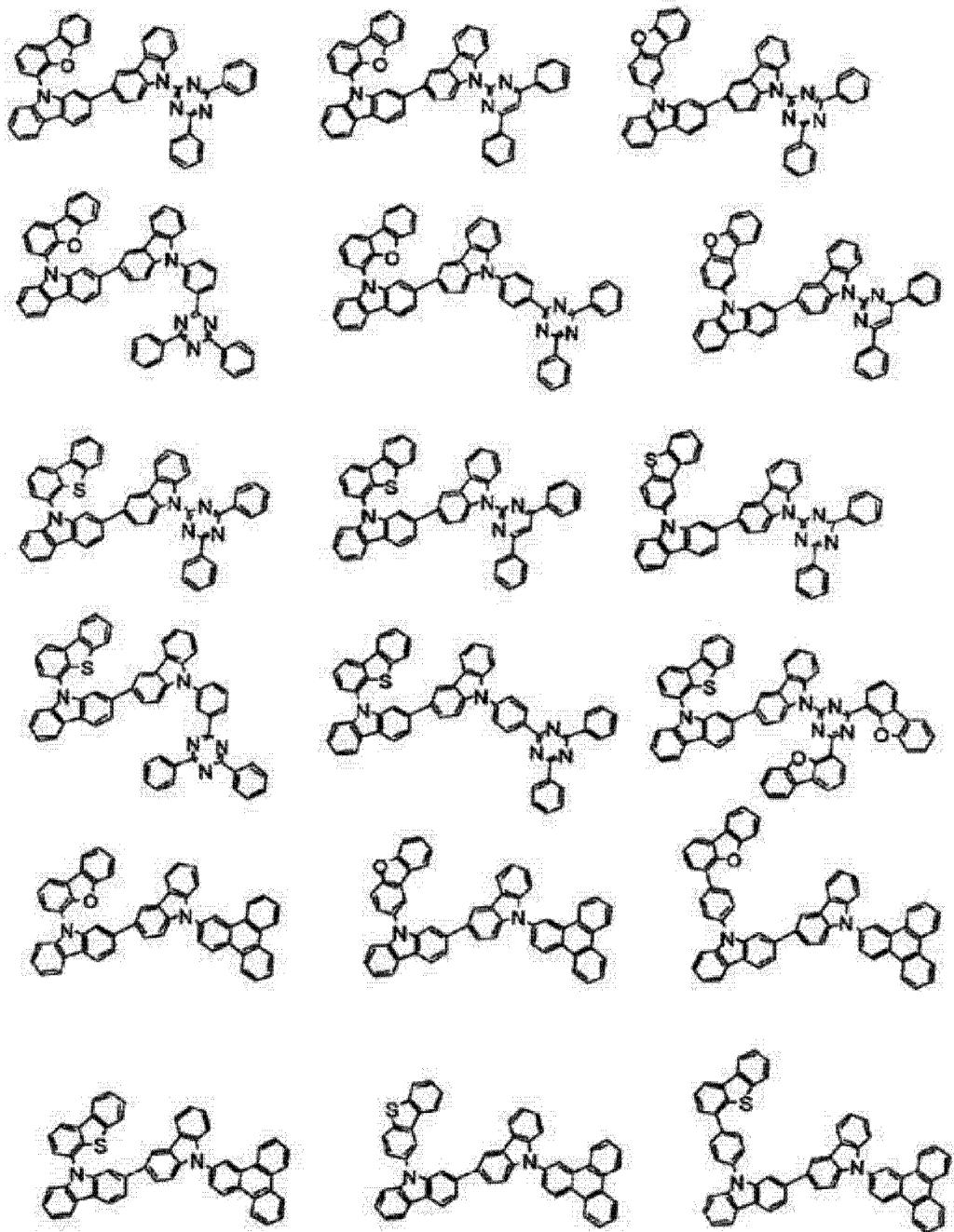
[ 化学式 16]



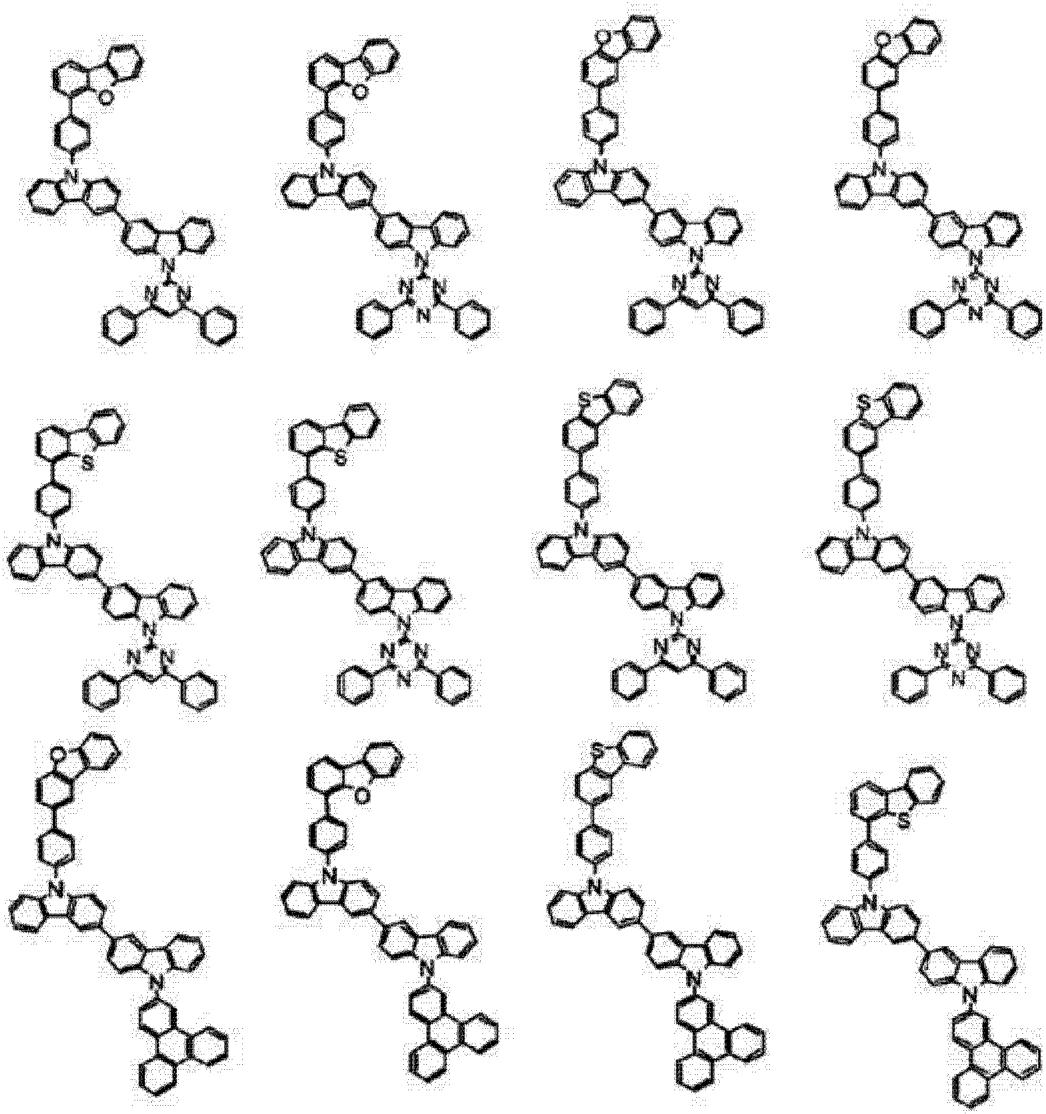
[ 化学式 17]



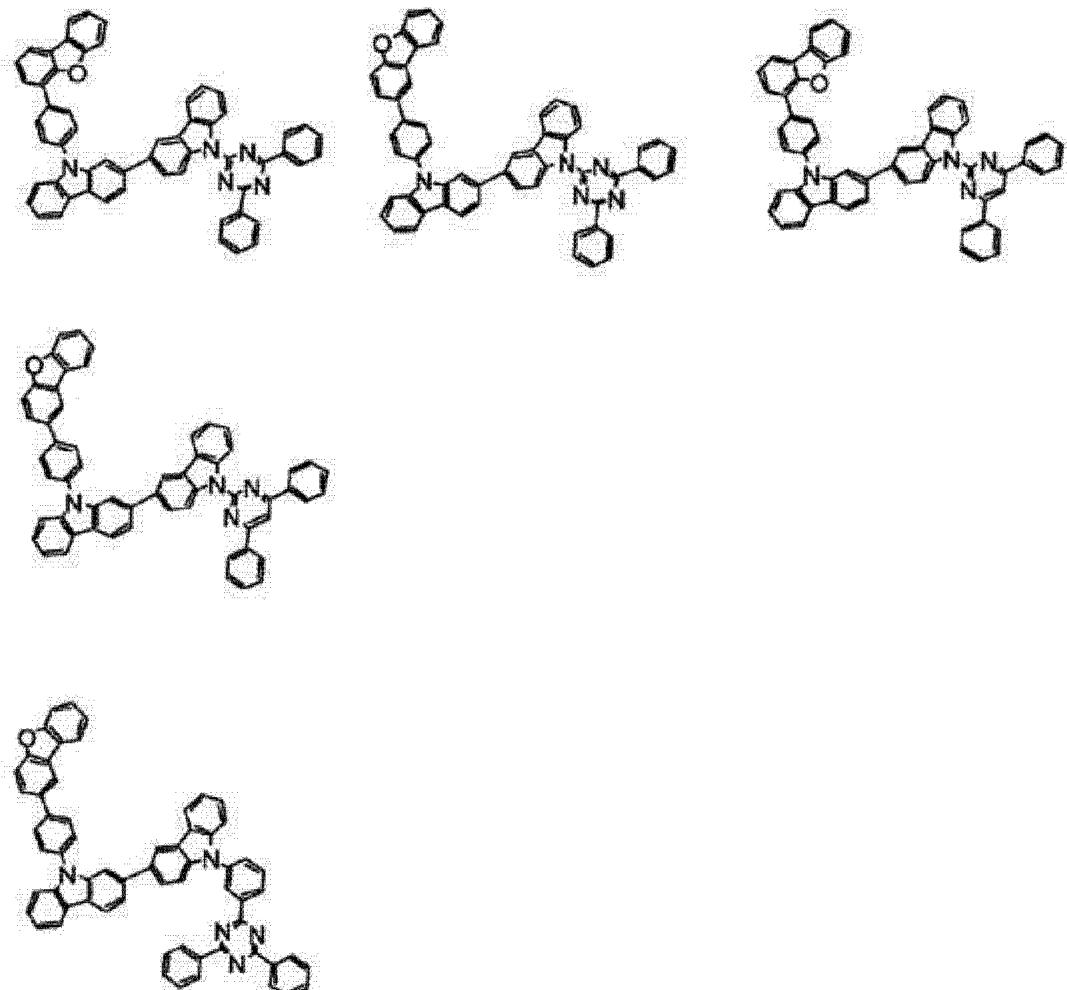
[ 化学式 18]



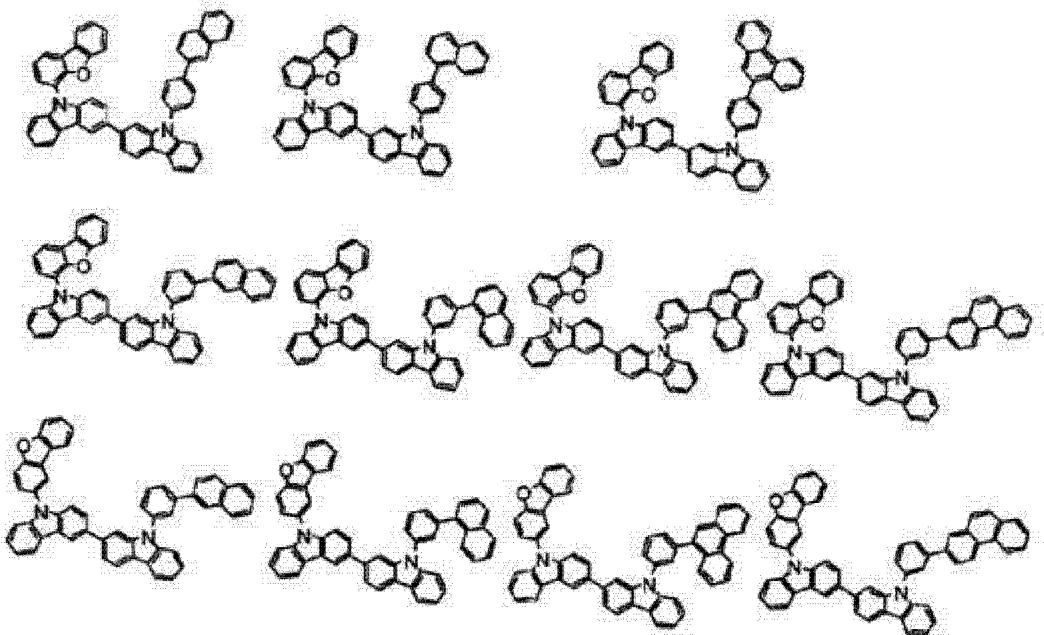
[ 化学式 19]



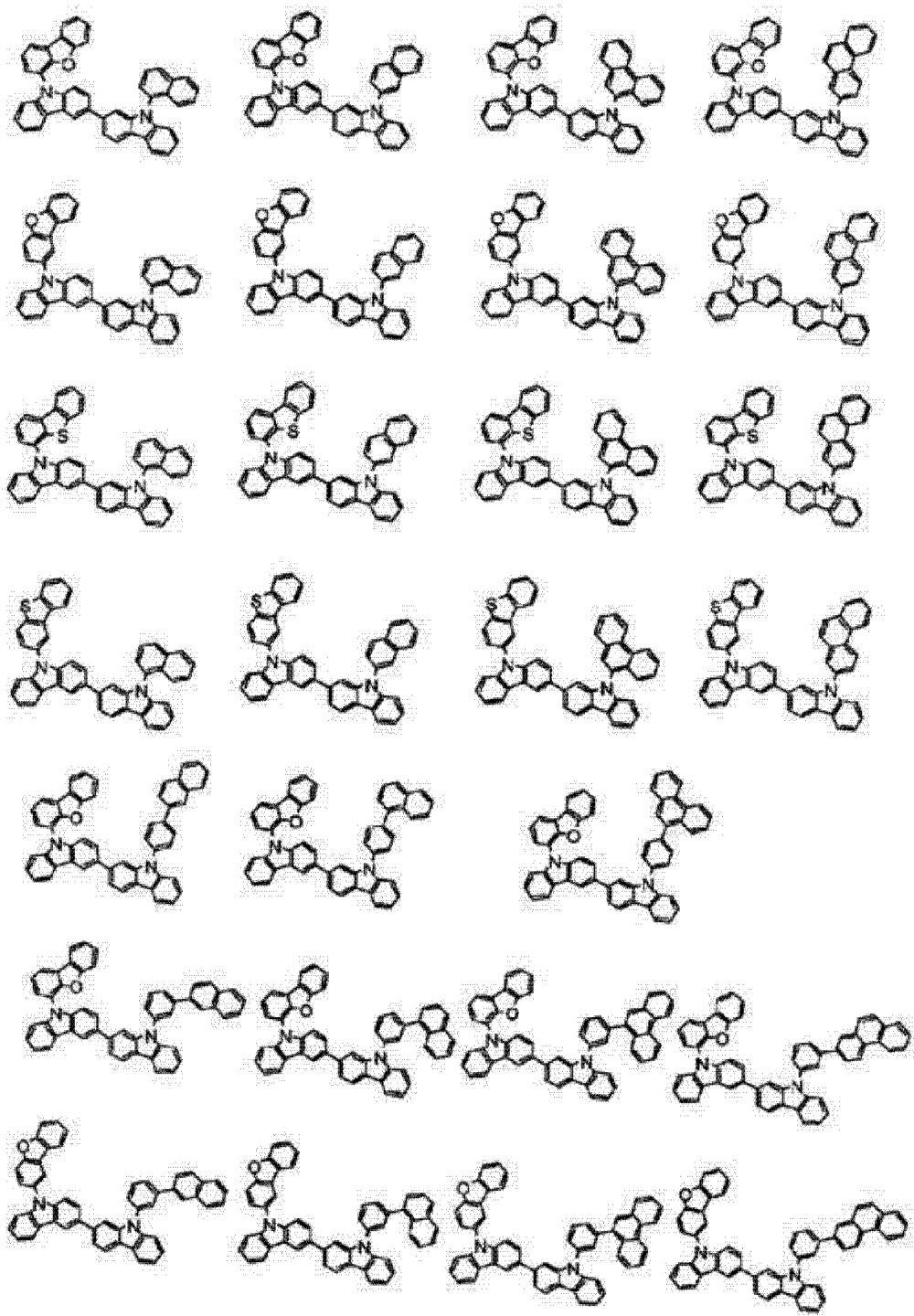
[ 化学式 20]



[ 化学式 21]



[ 化学式 22]



本发明的有机 EL 元件优选发光层含有本发明的双咔唑衍生物。

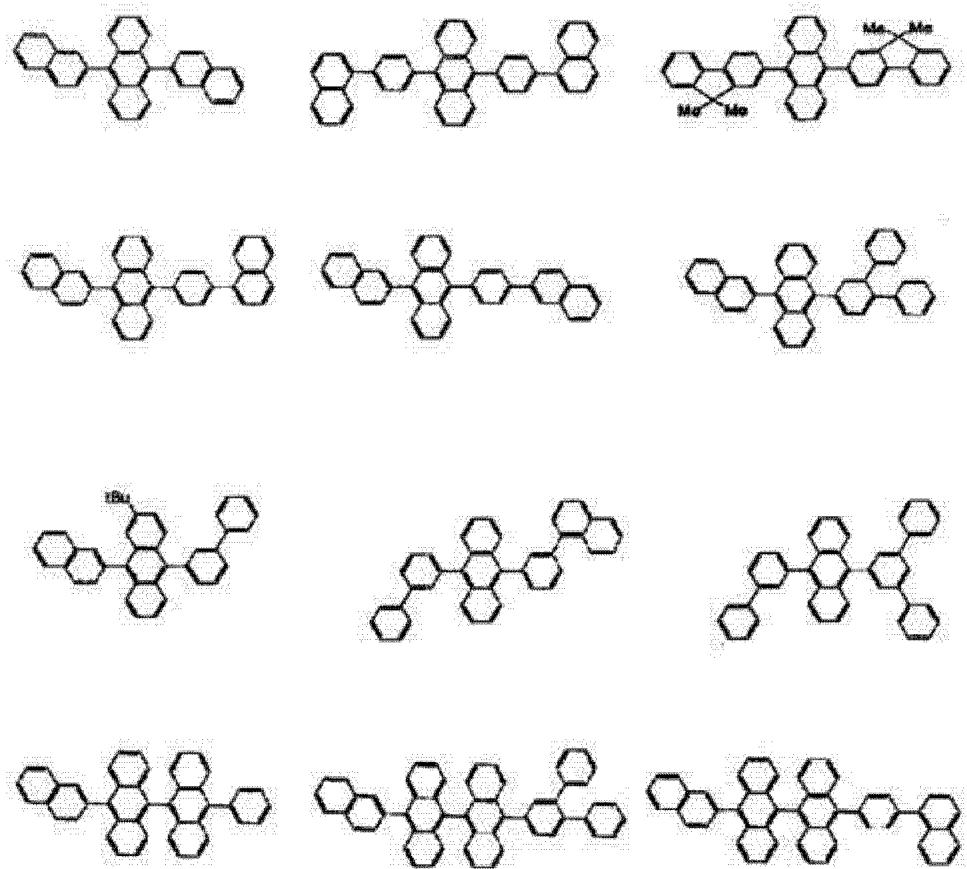
[0118] 另外,本发明的有机 EL 元件,优选具有空穴传输层(空穴注入层),该空穴传输层(空穴注入层)含有本发明的双咔唑衍生物。

[0119] (主体)

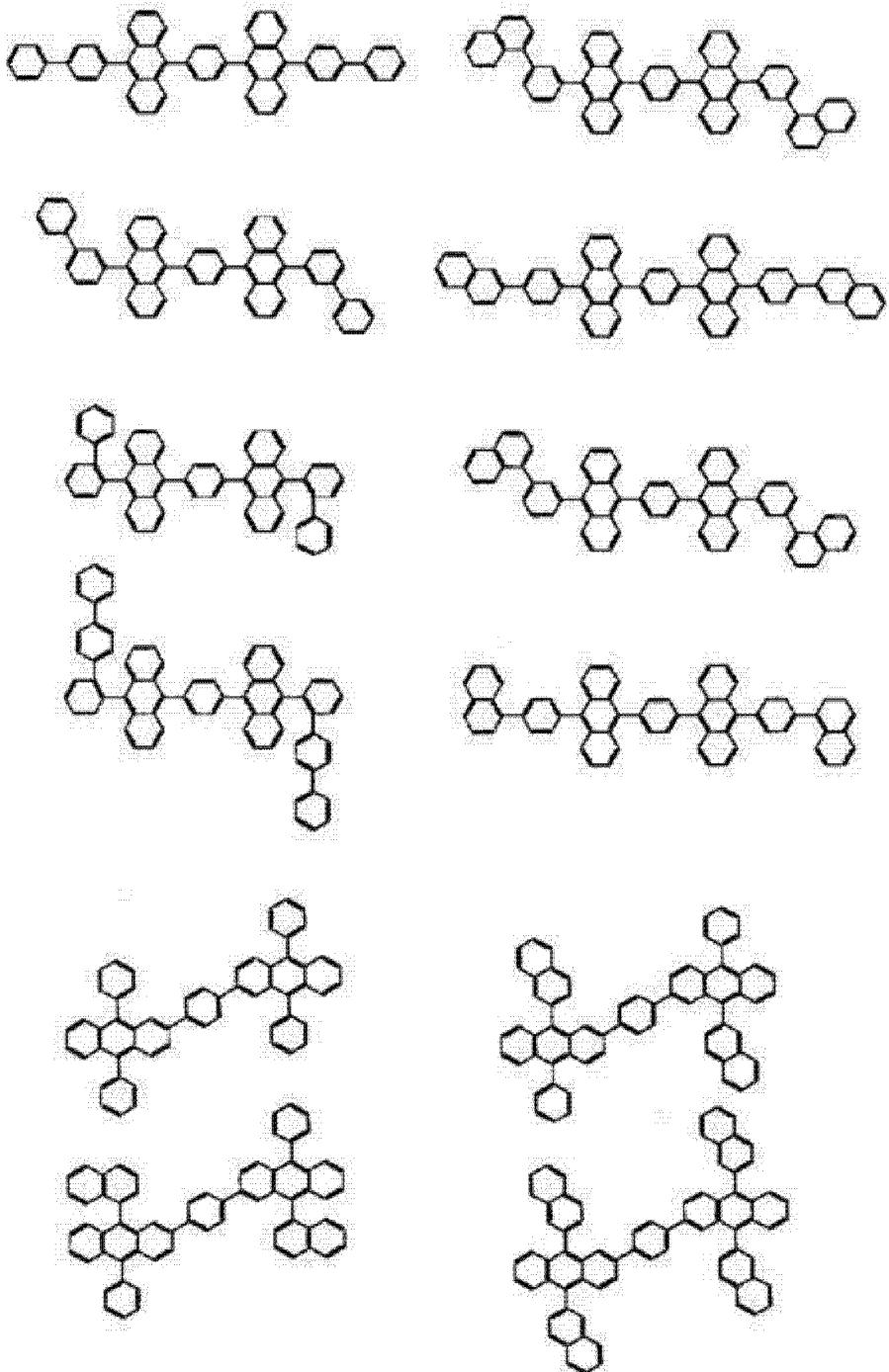
作为发光层的主体,可列举出本发明的双咔唑衍生物、蒽衍生物、含有多环芳香族骨架的化合物等,优选为本发明的双咔唑衍生物或蒽衍生物。

[0120] 作为蓝色发光层的主体,例如可以使用以下的化合物。

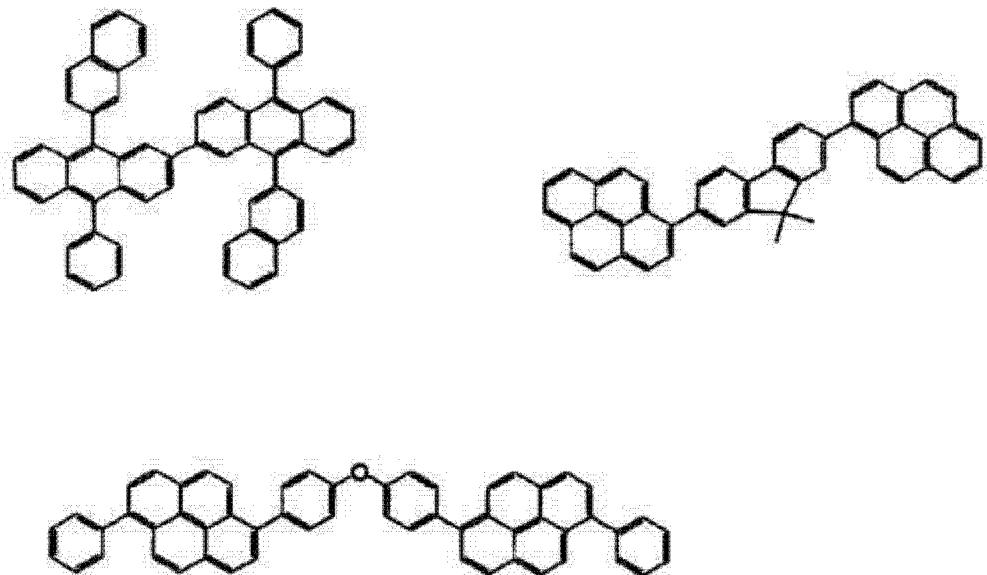
[0121] [ 化学式 23]



[ 化学式 24]



[ 化学式 25]



发光层的膜厚优选为 5 ~ 50nm, 更优选为 7 ~ 50nm, 进一步优选为 10 ~ 50nm。若为 5nm 以上则容易形成立发光层, 若为 50nm 以下则避免了驱动电压的升高。

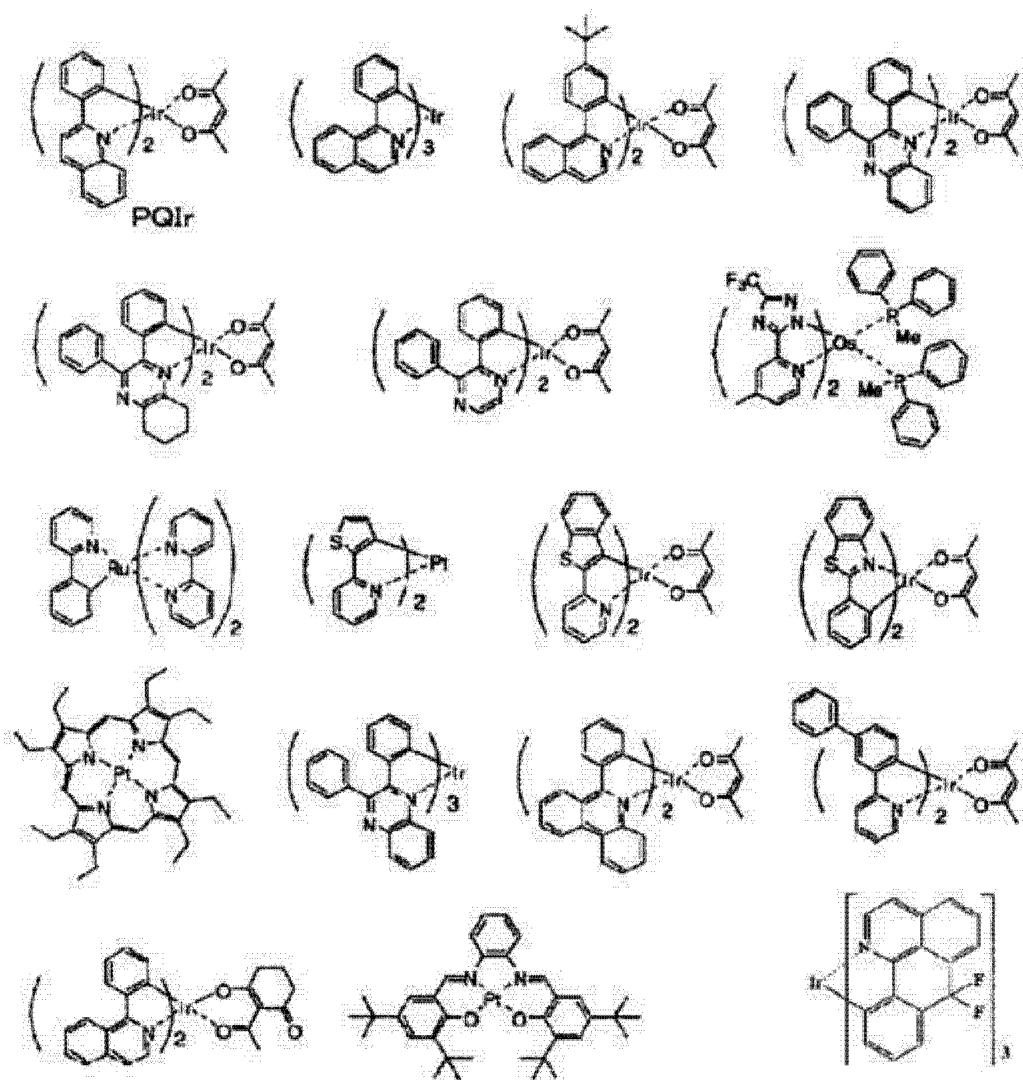
[0122] (磷光材料)

本发明中, 前述磷光材料含有金属络合物, 前述金属络合物优选具有选自 Ir、Pt、Os、Au、Cu、Re 和 Ru 中的金属原子、和配体。特别是前述配体优选含有邻位金属键。

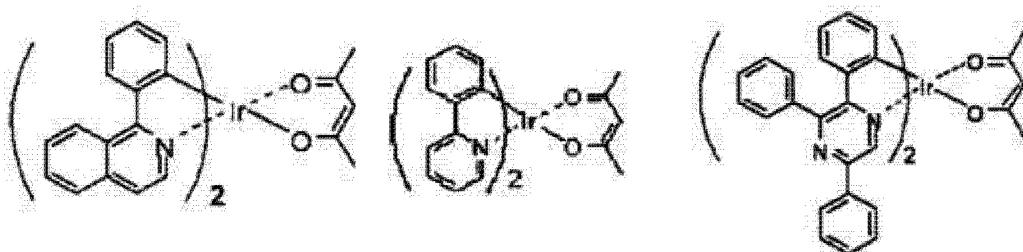
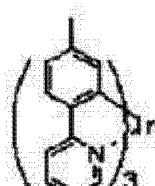
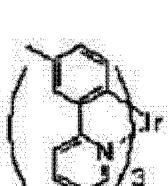
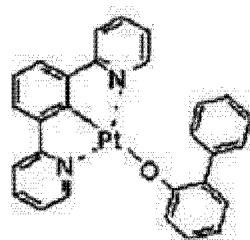
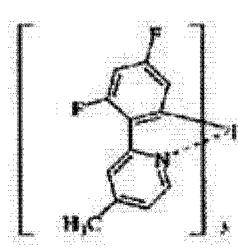
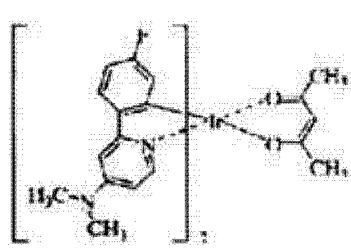
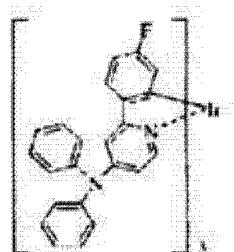
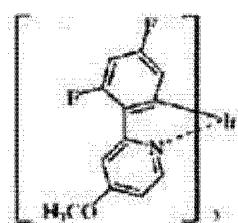
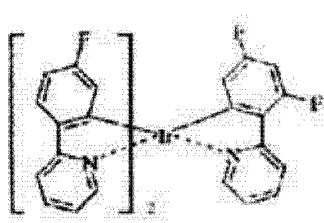
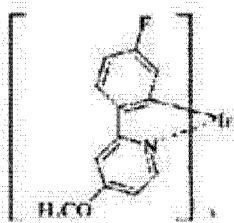
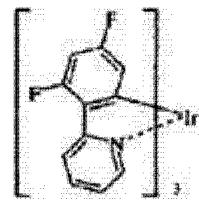
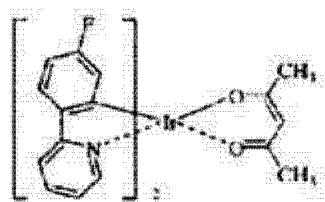
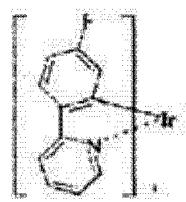
[0123] 从磷光量子收率高、可以进一步提高发光元件的外部量子效率的观点考虑, 优选为含有选自 Ir、Os 和 Pt 中的金属原子的化合物, 更优选为铱络合物、锇络合物、铂络合物等金属络合物, 其中更优选为铱络合物和铂络合物, 最优选为邻位金属化铱络合物。

[0124] 优选的金属络合物的具体例如以下所示。

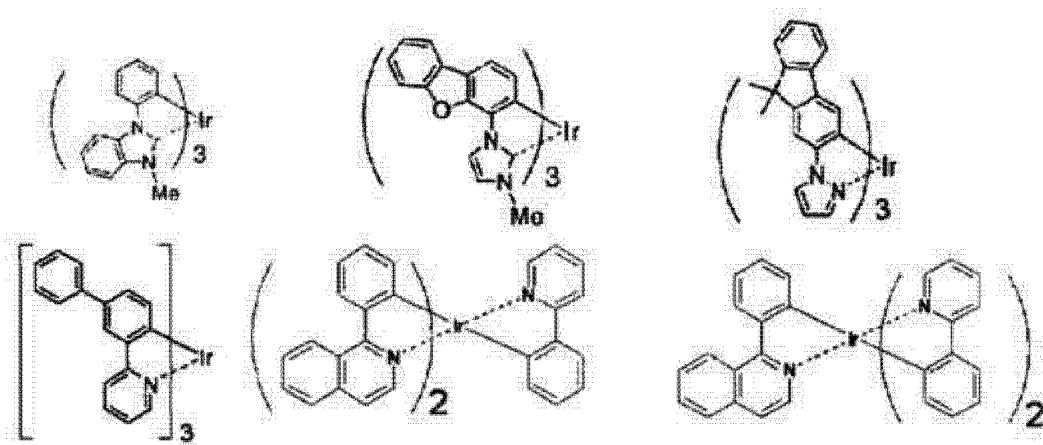
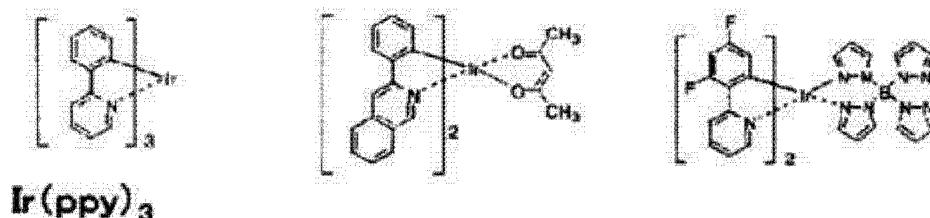
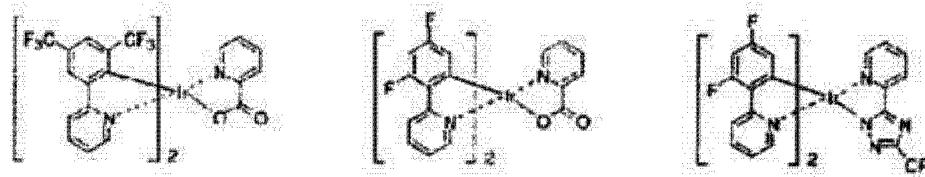
[0125] [化学式 26]



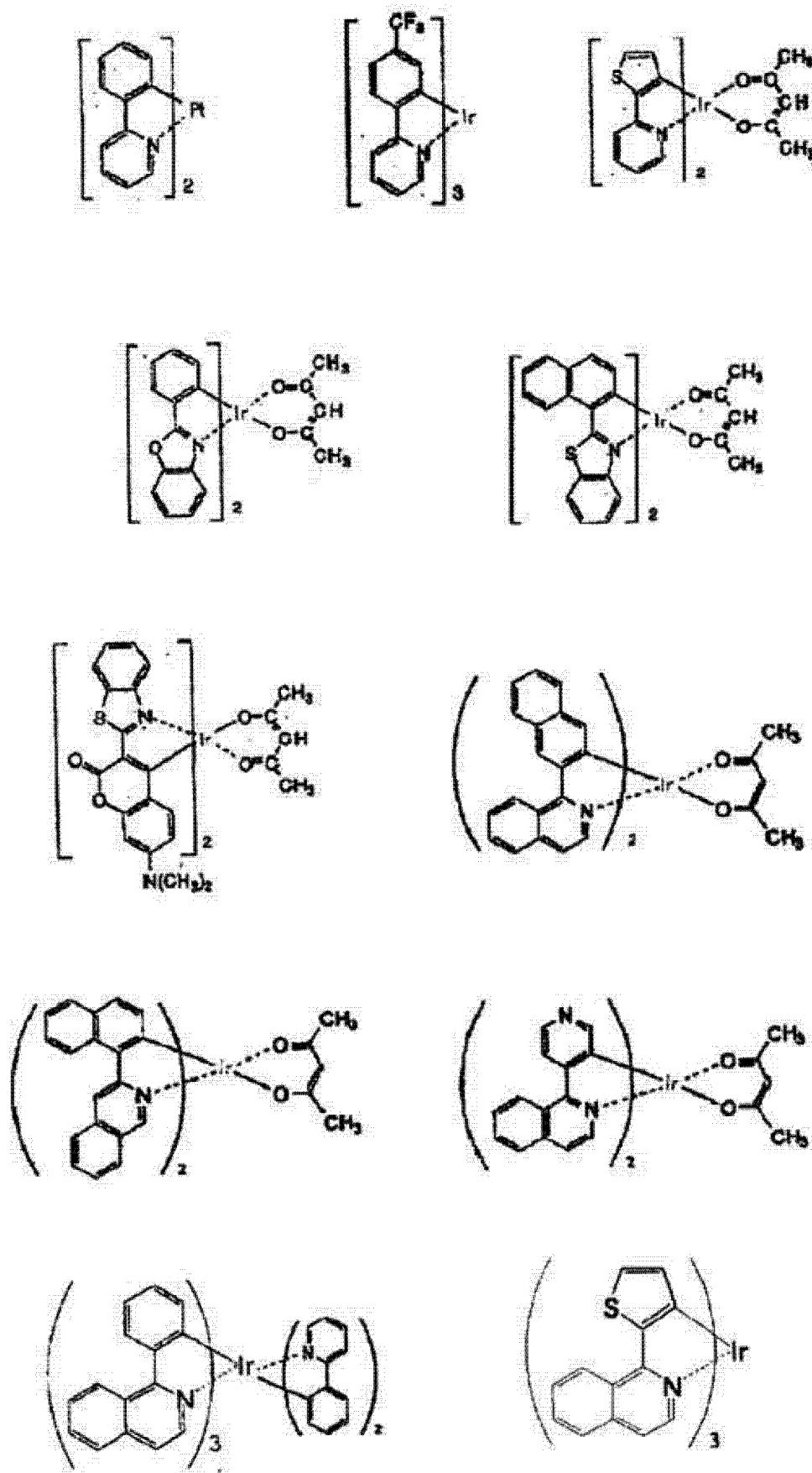
[ 化学式 27]



[ 化学式 28]



[ 化学式 29]



本发明中，前述发光层中含有的前述磷光材料中的至少一种，优选发光波长的极大值为450nm以上且750nm以下。作为优选的例子，极大值为450nm以上且495nm以下、495nm

以上且 590nm 以下、590nm 以上且 750nm 以下。

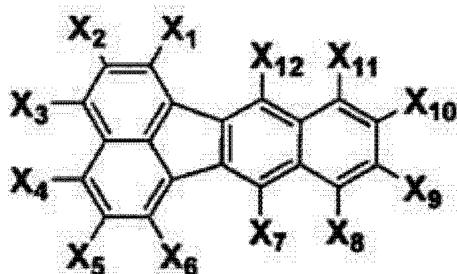
[0126] 通过将这种发光波长的磷光材料（磷光掺杂剂）掺杂到本发明中使用的特定的主体材料来构成本发明中使用的特定的主体材料来构成发光层，可以形成高效的有机 EL 元件。

[0127] (荧光掺杂剂)

根据需要发光层中含有的荧光掺杂剂（荧光发光材料）为可以由单重态激发态发光的化合物，只要由单重态激发态发光则没有特别限定，可列举出荧蒽衍生物、苯乙烯基亚芳基衍生物、芘衍生物、芳基乙炔衍生物、芴衍生物、硼络合物、菲衍生物、噁二唑衍生物、蒽衍生物、苯乙烯胺衍生物、芳基胺衍生物等，优选为蒽衍生物、荧蒽衍生物、苯乙烯胺衍生物、芳基胺衍生物、苯乙烯基亚芳基衍生物、芘衍生物、硼络合物，更优选为蒽衍生物、荧蒽衍生物、苯乙烯胺衍生物、芳基胺衍生物、硼络合物化合物。

[0128] 作为具体的荧蒽衍生物的例子，可列举出以下的化合物。

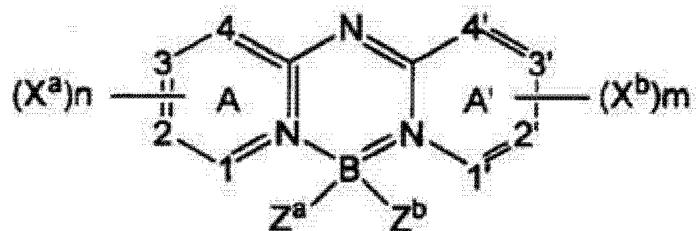
[0129] [化学式 30]



式中， $X_1 \sim X_{12}$  是氢原子或取代基。优选  $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  和  $X_8 \sim X_{11}$  是氢原子， $X_3$ 、 $X_7$  和  $X_{12}$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的芳基的化合物。更优选  $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  和  $X_8 \sim X_{11}$  是氢原子， $X_7$  和  $X_{12}$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的芳基， $X_3$  是  $-Ar_1-Ar_2$  ( $Ar_1$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的亚芳基、 $Ar_2$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的芳基) 的化合物。另外，优选  $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$  和  $X_8 \sim X_{11}$  是氢原子， $X_7$  和  $X_{12}$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的芳基， $X_3$  是  $-Ar_1-Ar_2-Ar_3$  ( $Ar_1$  和  $Ar_3$  分别是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的亚芳基、 $Ar_2$  是取代或未取代的成环原子数为 5~50 的芳基) 的化合物。

[0130] 作为具体的硼络合物化合物的例子，可列举出以下的化合物。

[0131] [化学式 31]



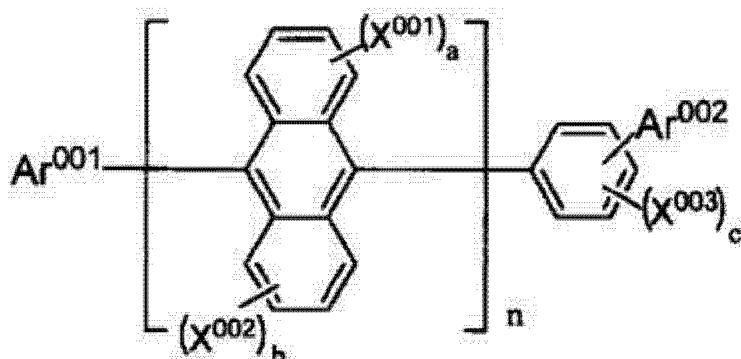
式中，A 和 A' 表示相当于含有至少一个氮原子的六元芳香族环系的独立的吖嗪环系， $X^a$  和  $X^b$  各自独立地是取代基， $X^a$  和  $X^b$  分别与环 A 和环 A' 连接、与环 A 和环 A' 一起形成稠环，此时，该稠环含有芳基或杂芳基取代基， $m$  和  $n$  各自独立地表示 0~4， $Z^a$  和  $Z^b$  各自独立地表示所选择的卤化物，并且 1、2、3、4、1'、2'、3' 和 4' 各自独立地表示所选择的碳原子或氮原子。

[0132] 该吖嗪环优选 1、2、3、4、1'、2'、3' 和 4' 全部为碳原子， $m$  和  $n$  为 2 以上，并且  $X^a$  和

$X^b$  表示连接形成芳香族环的碳原子数为 2 以上的取代基的喹啉基或异喹啉基环。 $Z^a$  和  $Z^b$  优选为氟原子。

[0133] 作为具体的蒽衍生物的例子, 可列举出以下的化合物。

[0134] [ 化学式 32]



式中,  $Ar^{001}$  是取代或未取代的成环碳原子数为 10 ~ 50 的稠合芳香族基团。 $Ar^{002}$  是取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族基团。 $X^{001} \sim X^{003}$  各自独立地是取代或未取代的成环碳原子数为 6 ~ 50 的芳香族基团、取代或未取代的成环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或未取代的成环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或未取代的成环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、羧基、卤原子、氰基、硝基、羟基。 $a, b$  和  $c$  分别是 0 ~ 4 的整数。 $n$  是 1 ~ 3 的整数。另外,  $n$  是 2 以上时, [ ] 内可以相同或不同。优选  $n$  为 1。优选  $a, b, c$  为 0。

[0135] 对荧光掺杂剂在发光层中的含量没有特别限制, 可以根据目的适当选择, 例如优选为 0.1 ~ 70 质量 %, 更优选为 1 ~ 30 质量 %。若荧光掺杂剂的含量为 0.1 质量 % 以上则得到充分的发光, 若为 70 质量 % 以下则可以避免浓度猝灭。

[0136] ( 还原性掺杂剂 )

本发明的有机 EL 元件优选在阴极与有机薄膜层的界面区域具有还原性掺杂剂。

[0137] 根据这种构成, 可实现有机 EL 元件的发光亮度的提高、长寿命化。

[0138] 作为还原性掺杂剂, 可列举出选自碱金属、碱金属络合物、碱金属化合物、碱土类金属、碱土类金属络合物、碱土类金属化合物、稀土类金属、稀土类金属络合物和稀土类金属化合物等中的至少一种。

[0139] 作为碱金属, 可列举出 Na( 功函数 :2.36eV)、K( 功函数 :2.28eV)、Rb( 功函数 :2.16eV)、Cs( 功函数 :1.95eV) 等。其中, 特别优选为功函数为 2.9eV 以下。其中优选为 K、Rb、Cs, 进一步优选为 Rb 或 Cs, 最优选为 Cs。

[0140] 作为碱土类金属, 可列举出 Ca( 功函数 :2.9eV)、Sr( 功函数 :2.0eV ~ 2.5eV)、Ba( 功函数 :2.52eV) 等, 特别优选功函数为 2.9eV 以下的碱土类金属。

[0141] 作为稀土类金属, 可列举出 Sc、Y、Ce、Tb、Yb 等, 特别优选功函数为 2.9eV 以下。

[0142] 以上的金属中优选的金属特别是还原能力高, 通过比较少量地添加到电子注入区域中, 可以实现有机 EL 元件的发光亮度的提高、长寿命化。

[0143] 作为碱金属化合物, 可列举出 Li<sub>2</sub>O、Cs<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O 等碱氧化物, LiF、NaF、CsF、KF 等碱

卤化物等,其中,优选为LiF、Li<sub>2</sub>O、NaF。

[0144] 作为碱土类金属化合物,可列举出BaO、SrO、CaO以及它们混合而成的Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>O(0 < x < 1)、Ba<sub>x</sub>Ca<sub>1-x</sub>O(0 < x < 1)等,优选为BaO、SrO、CaO。

[0145] 作为稀土类金属化合物,可列举出YbF<sub>3</sub>、ScF<sub>3</sub>、ScO<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GdF<sub>3</sub>、TbF<sub>3</sub>等,优选为YbF<sub>3</sub>、ScF<sub>3</sub>、TbF<sub>3</sub>。

[0146] 作为碱金属络合物、碱土类金属络合物、稀土类金属络合物,若为分别含有碱金属离子、碱土类金属离子、稀土类金属离子中的至少一种作为金属离子,则不特别限定。另外,配体优选为喹啉醇、苯并喹啉醇、吖啶醇、菲啶醇、羟基苯基噁唑、羟基苯基噻唑、羟基二芳基噁二唑、羟基二芳基噻二唑、羟基苯基吡啶、羟基苯基苯并咪唑、羟基苯并三唑、hydroxyfulborane、联吡啶、菲咯啉、酞菁、卟啉、环戊二烯、β-二酮类、偶氮次甲基类、以及它们的衍生物等,但是不限于此。

[0147] 作为还原性掺杂剂的添加形态,优选在界面区域形成为层状或岛状。作为形成方法,优选为通过电阻加热蒸镀法蒸镀还原性掺杂剂,并且同时蒸镀作为形成界面区域的发光材料、电子注入材料的有机物,在有机物中分散还原掺杂剂的方法。分散浓度,按摩尔比计,有机物:还原性掺杂剂=100:1 ~ 1:100,优选为5:1 ~ 1:5。

[0148] 以层状形成还原性掺杂剂时,在以层状形成作为界面的有机层的发光材料、电子注入材料后,通过电阻加热蒸镀法单独蒸镀还原掺杂剂,优选以0.1nm ~ 15nm的层厚度形成。

[0149] 以岛状形成还原性掺杂剂时,在以岛状形成作为界面的有机层的发光材料、电子注入材料后,通过电阻加热蒸镀法单独蒸镀还原掺杂剂,优选以0.05nm ~ 1nm的岛厚度形成。

[0150] 另外,作为本发明的有机EL元件的主要成分与还原性掺杂剂的比率,按摩尔比计,优选主要成分:还原性掺杂剂=5:1 ~ 1:5,进一步优选为2:1 ~ 1:2。

#### [0151] (电子注入层和电子传输层)

电子注入层或电子传输层为有助于向发光层注入电子的层,电子迁移率大。电子注入层是为了缓和能级的急剧变化等调整能级而设置的。

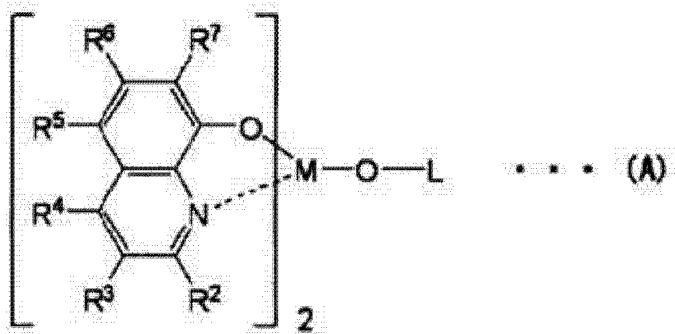
[0152] 本发明的有机EL元件,优选在发光层与阴极之间具有电子注入层,前述电子注入层含有含氮环衍生物作为主要成分。其中,电子注入层可以发挥作为电子传输层的功能的层。

[0153] 需要说明的是,“作为主要成分”指的是电子注入层含有50质量%以上的含氮环衍生物。

[0154] 作为电子注入层中使用的电子传输材料,优选使用分子内含有1个以上杂原子的芳香族杂环化合物,特别优选为含氮环衍生物。另外,作为含氮环衍生物,优选为具有含氮六元环或五元环骨架的芳香族环、具有含氮六元环或五元环骨架的稠合芳香族环化合物。

[0155] 作为该含氮环衍生物,例如优选为下式(A)所示的含氮环金属螯合物络合物。

[0156] [化学式33]



通式 (A) 中的  $R^2 \sim R^7$  各自独立地是氢原子、氘原子、卤原子、氧基、氨基、碳原子数为 1 ~ 40 的烃基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、或芳香族杂环基，它们可以被取代。

[0157] 作为卤原子，可列举出例如氟、氯、溴、碘等。另外，作为可以被取代的氨基的例子，可列举出烷基氨基、芳基氨基、芳烷基氨基。

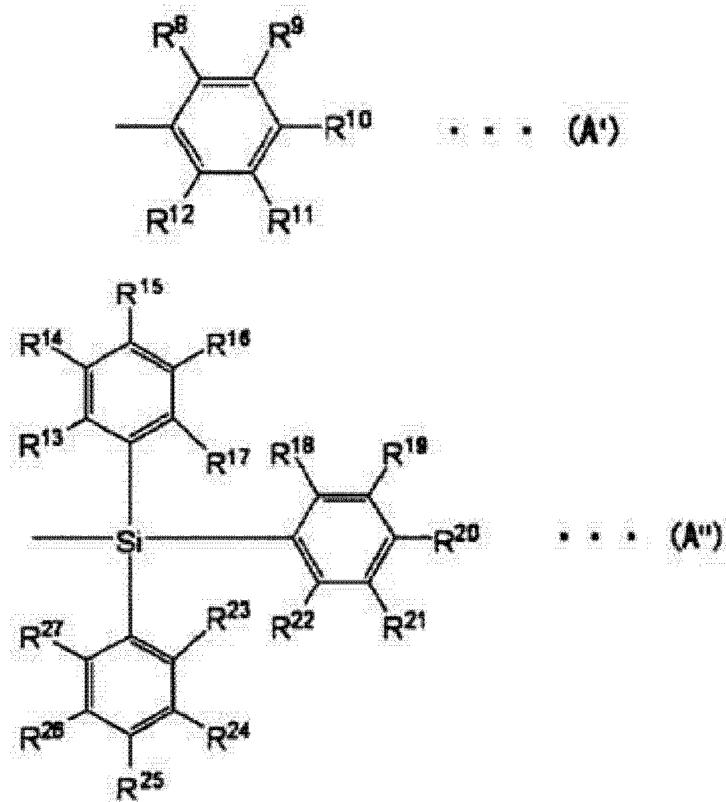
[0158] 烷氧基羰基表示为  $-COOY'$ ，作为  $Y'$  的例子，可列举出与前述烷基相同例子。烷基氨基和芳烷基氨基表示为  $-NQ^1Q^2$ 。作为  $Q^1$  和  $Q^2$  的具体例，各自独立地可列举出与前述烷基、前述芳烷基中说明的例子相同的例子，优选的例子也相同。 $Q^1$  和  $Q^2$  中的一方可以为氢原子或氘原子。

[0159] 芳基氨基表示为  $-NAr^1Ar^2$ ，作为  $Ar^1$  和  $Ar^2$  的具体例，各自独立地与与前述非稠合芳香族烃基和稠合芳香族烃基中说明的基团相同。 $Ar^1$  和  $Ar^2$  中的一方可以为氢原子或氘原子。

[0160] M 为铝 (Al)、镓 (Ga) 或铟 (In)，优选为 In。

[0161] 上述式 (A) 的 L 为下式 (A') 或 (A'') 所示的基团。

[0162] [ 化学式 34]



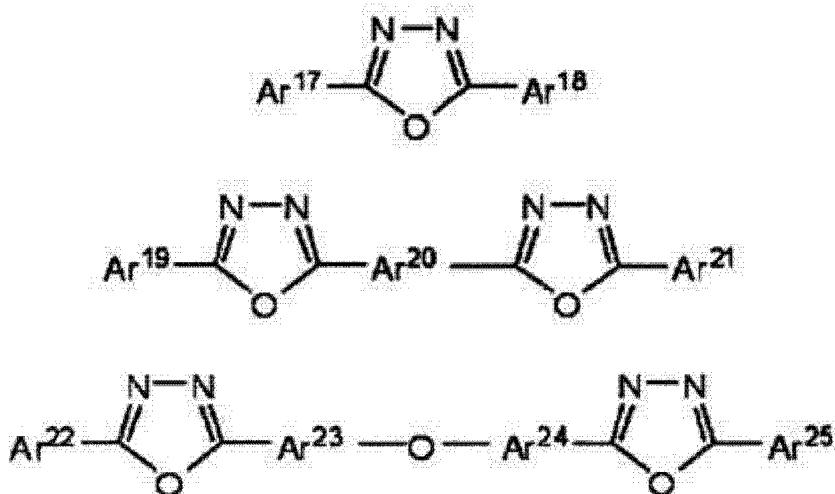
前述式(A')中,  $R^8 \sim R^{12}$  各自独立地是氢原子、氘原子、或取代或未取代的碳原子数为1~40的烃基, 彼此邻接的基团可以形成环状结构。另外, 前述式(A'')中,  $R^{13} \sim R^{27}$  各自独立地是氢原子、氘原子、或取代或未取代的碳原子数为1~40的烃基, 彼此邻接的基团可以形成环状结构。

[0163] 作为前述式(A')或(A'')的  $R^8 \sim R^{12}$  和  $R^{13} \sim R^{27}$  表示的碳原子数为1~40的烃基, 可列举出与前述式(A)中的  $R^2 \sim R^7$  的具体例相同的例子。

[0164] 另外, 作为  $R^8 \sim R^{12}$  和  $R^{13} \sim R^{27}$  的彼此邻接的基团形成环状结构时的二价基团, 可列举出四亚甲基、五亚甲基、六亚甲基、二苯基甲烷-2,2'-二基、二苯基乙烷-3,3'-二基、二苯基丙烷-4,4'-二基等。

[0165] 作为电子注入层或电子传输层中使用的电子传递性化合物, 优选为8-羟基喹啉或其衍生物的金属络合物、噁二唑衍生物、含氮杂环衍生物。作为上述8-羟基喹啉或其衍生物的金属络合物的具体例, 可以使用含有8-羟基喹啉(oxine)(通常为8-羟基喹啉(8-キノリノール)或8-羟基喹啉(8-ヒドロキシキノリン))的螯合物的金属螯合物8-羟基喹啉酮化合物, 例如三(8-羟基喹啉)铝。而作为噁二唑衍生物, 可列举出下述例子。

[0166] [化学式35]



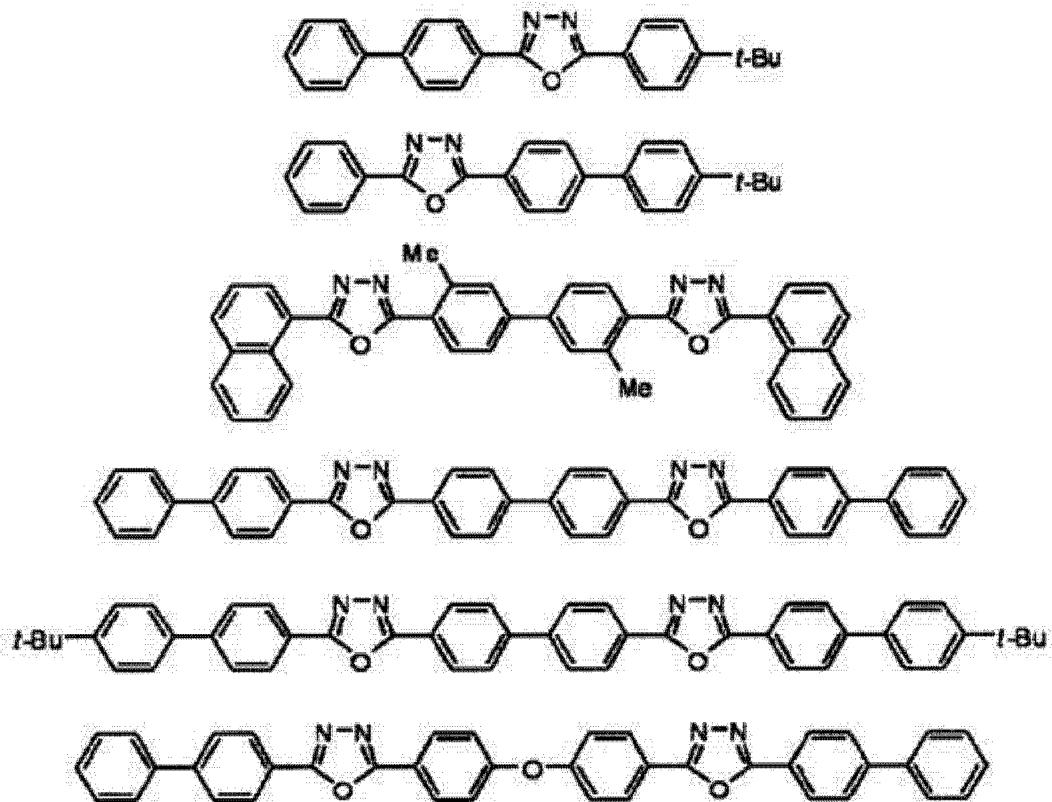
前述式中,  $Ar^{17}$ 、 $Ar^{18}$ 、 $Ar^{19}$ 、 $Ar^{21}$ 、 $Ar^{22}$  和  $Ar^{25}$  分别表示具有或不具有取代基的芳香族烃基或稠合芳香族烃基,  $Ar^{17}$  与  $Ar^{18}$ 、 $Ar^{19}$  与  $Ar^{21}$ 、 $Ar^{22}$  与  $Ar^{25}$  可以彼此相同或不同。作为芳香族烃基或稠合芳香族烃基, 可列举出苯基、萘基、联苯基、蒽基、菲基、芘基等。而作为对它们的取代基, 可列举出碳原子数为1~10的烷基、碳原子数为1~10的烷氧基或氰基等。

[0167]  $Ar^{20}$ 、 $Ar^{23}$  和  $Ar^{24}$  分别表示具有或不具有取代基的二价芳香族烃基或稠合芳香族烃基,  $Ar^{23}$  和  $Ar^{24}$  可以彼此相同或不同。

[0168] 作为二价芳香族烃基或稠合芳香族烃基, 可列举出亚苯基、亚萘基、亚联苯基、亚蒽基、亚菲基、亚芘基等。而作为对它们的取代基, 可列举出碳原子数为1~10的烷基、碳原子数为1~10的烷氧基或氰基等。

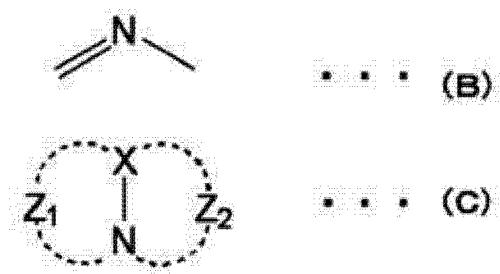
[0169] 这些电子传递性化合物, 优选使用薄膜形成性良好的化合物。而作为这些电子传递性化合物的具体例, 可列举出下述例子。

[0170] [化学式36]



作为电子传递性化合物的含氮杂环衍生物,可列举出作为包含具有以下的通式的有机化合物的含氮杂环衍生物的非金属络合物的含氮化合物。可列举出例如含有下式(B)所示骨架的五元环或六元环、下述式(C)所示结构的含氮杂环衍生物。

[0171] [化学式 37]



前述式(C)中,X表示碳原子或氮原子。 $Z_1$ 和 $Z_2$ 各自独立地表示可以形成含氮杂环的原子团。

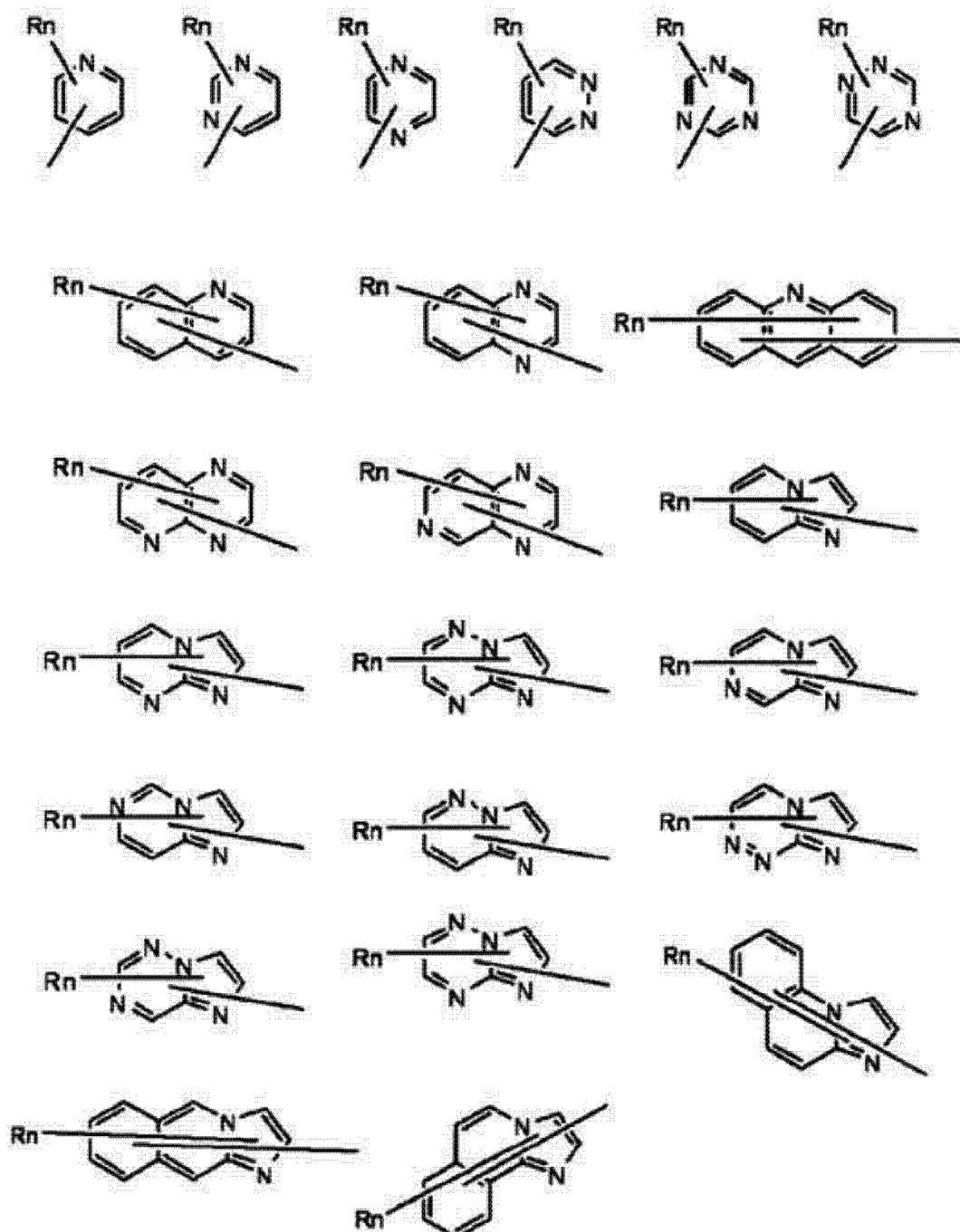
[0172] 含氮杂环衍生物进一步优选为具有包含五元环或六元环的含氮芳香多环族的有机化合物。进而,这种具有多个氮原子的含氮芳香多环族的情况下,优选为具有上述式(B)和(C)或上述式(B)和下述式(D)组合而成的骨架的含氮芳香多环有机化合物。

[0173] [化学式 38]



前述含氮芳香多环有机化合物的含氮基团,例如选自以下通式所示的含氮杂环基。

[0174] [化学式 39]



前述各式中, R 是碳原子数为 6 ~ 40 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、碳原子数为 3 ~ 40 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基、碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基, n 是 0 ~ 5 的整数, n 是 2 以上的整数时, 多个 R 可以彼此相同或不同。

[0175] 进而, 作为优选的具体的化合物, 可列举出下式所示的含氮杂环衍生物。

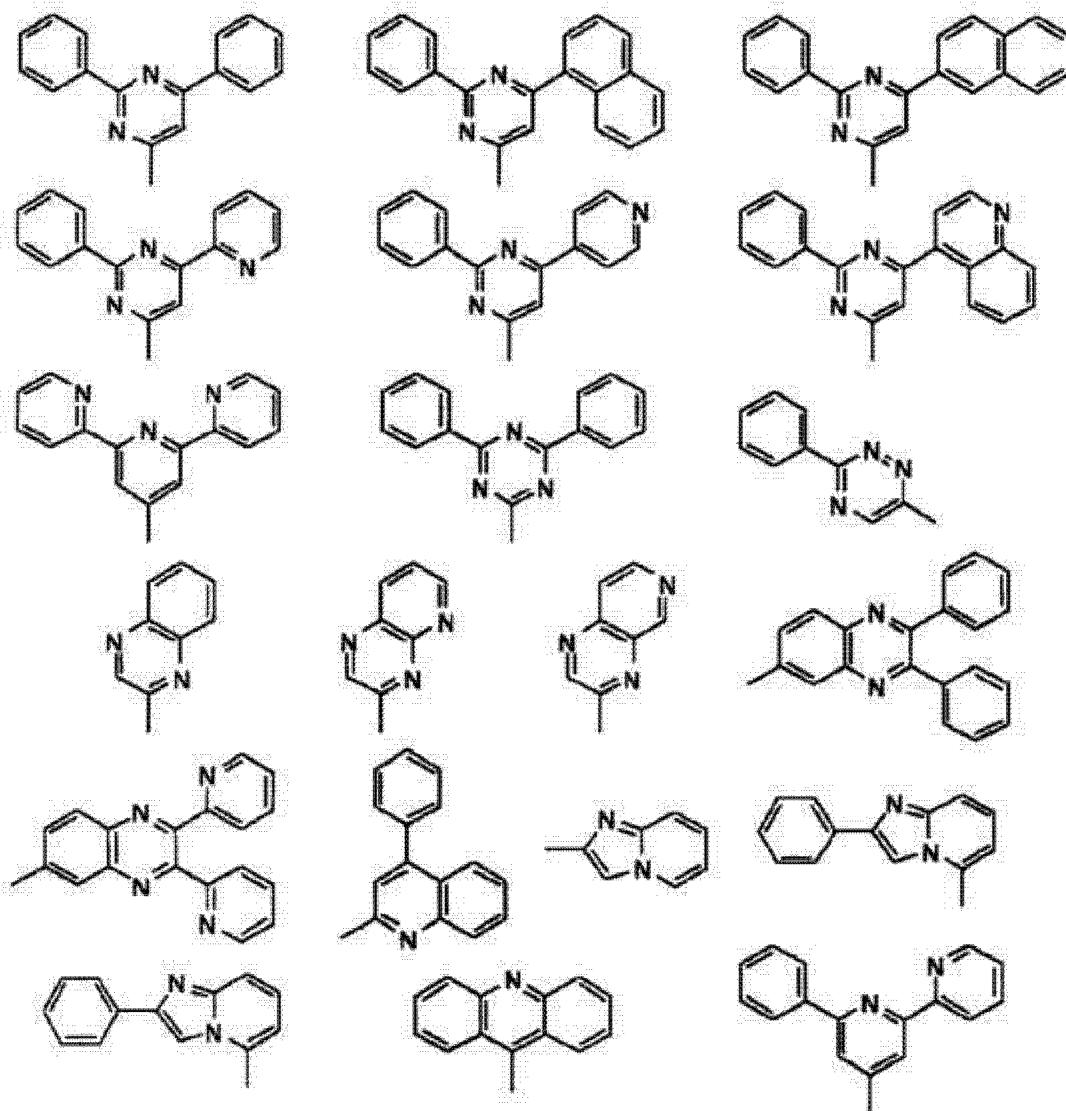
[0176] HAr-L<sup>1</sup>-Ar<sup>1</sup>-Ar<sup>2</sup>

前述式中, HAr 是可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的含氮杂环基, L<sup>1</sup> 是单键、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基, Ar<sup>1</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的二价芳香族烃基, Ar<sup>2</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环

基。

[0177] HAr 例如选自下述组中。

[0178] [ 化学式 40]



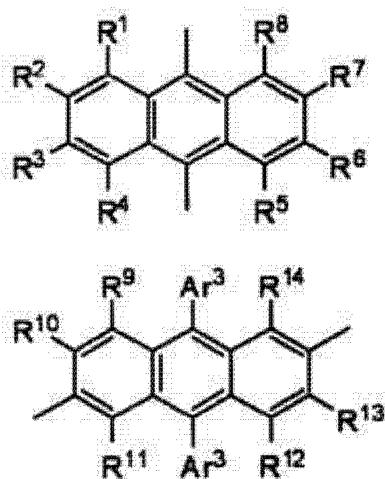
L<sup>1</sup> 例如选自下述组中。

[0179] [ 化学式 41]



Ar<sup>1</sup> 例如选自下述芳基蒽基中。

[0180] [ 化学式 42]

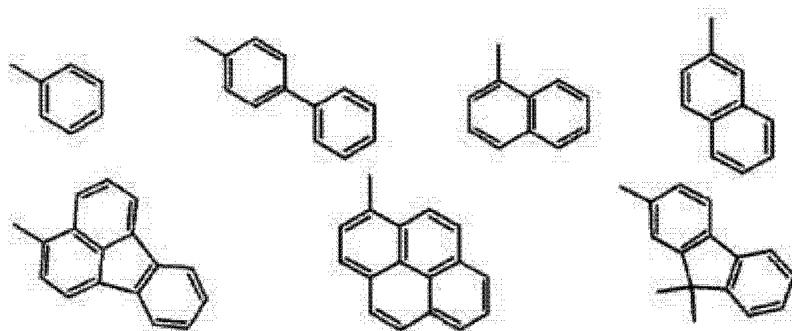


前述式中,  $R^1 \sim R^{14}$  各自独立是氢原子、氘原子、卤原子、碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、碳原子数为 6 ~ 40 的芳氧基、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或碳原子数为 3 ~ 40 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基,  $Ar^3$  是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 40 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、或碳原子数为 3 ~ 40 的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基。

[0181] 另外, 也可以为  $R^1 \sim R^8$  都为氢原子或氘原子的含氮杂环衍生物。

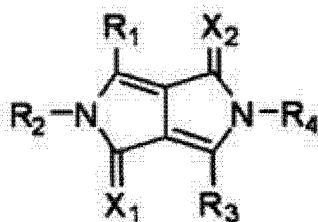
[0182]  $Ar^2$  例如选自下述组中。

[0183] [ 化学式 43]



作为电子传递性化合物的含氮芳香多环有机化合物, 另外也优选使用下述化合物 (参照日本特开平 9-3448 号公报)。

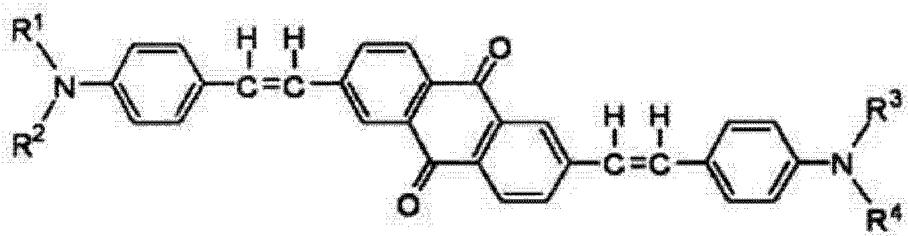
[0184] [ 化学式 44]



前述式中,  $R_1 \sim R_4$  各自独立地表示氢原子、氘原子、取代或未取代的脂肪族基团、取代或未取代的脂肪族式环基、取代或未取代的碳环式芳香族环基、取代或未取代的杂环基,  $X_1, X_2$  各自独立地表示氧原子、硫原子、或二氟基亚甲基。

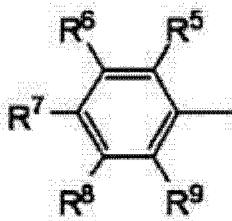
[0185] 另外, 作为电子传递性化合物, 优选使用下述化合物 (参照日本特开 2000-173774 号公报)。

[0186] [ 化学式 45]



前述式中, R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup> 和 R<sup>4</sup> 是彼此相同或不同的基团, 是下式所示的芳香族烃基或稠合芳香族烃基。

[0187] [ 化学式 46]

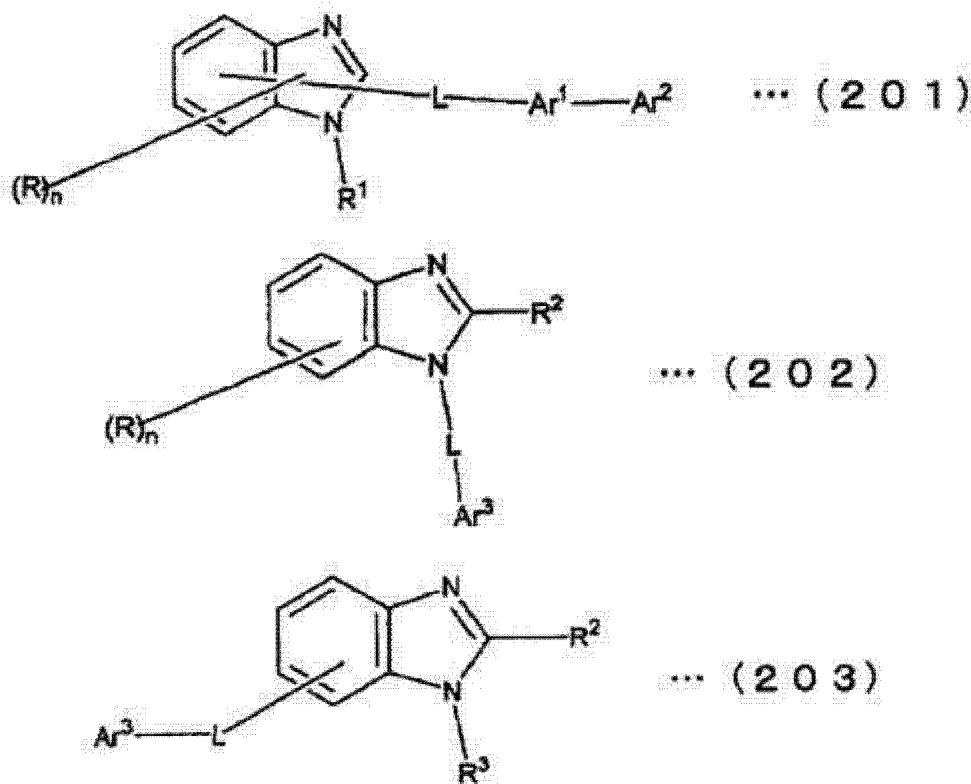


前述式中, R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、R<sup>8</sup> 和 R<sup>9</sup> 是彼此相同或不同的基团, 是氢原子、氘原子, 或者它们中的至少一个是饱和或不饱和的烷氧基、烷基、氨基、或烷基氨基。

[0188] 进而, 电子传递性化合物可以为含有该含氮杂环基或含氮杂环衍生物的高分子化合物。

[0189] 另外, 电子传输层优选含有下式 (201) ~ (203) 所示的含氮杂环衍生物中的至少任意一种。

[0190] [ 化学式 47]



前述式 (201) ~ (203) 中, R 是氢原子、氘原子、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60

的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基，

n 是 0 ~ 4 的整数，

R<sup>1</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基，

R<sup>2</sup> 和 R<sup>3</sup> 各自独立地是氢原子、氘原子、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基，

L 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的亚吡啶基、可以具有取代基的亚喹啉基、可以具有取代基的亚芴基，

Ar<sup>1</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的亚吡啶基、或可以具有取代基的亚喹啉基，Ar<sup>2</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基。

[0191] Ar<sup>3</sup> 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、或 -Ar<sup>1</sup>-Ar<sup>2</sup> 所示的基团 (Ar<sup>1</sup> 和 Ar<sup>2</sup> 分别与前述相同)。

[0192] 需要说明的是，前述式 (201) ~ (203) 中，R 是氢原子、氘原子、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、可以具有取代基的吡啶基、可以具有取代基的喹啉基、可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或可以具有取代基的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基。

[0193] 需要说明的是，对电子注入层或电子传输层的膜厚没有特别限定，优选为 1nm ~ 100nm。

[0194] 另外，作为电子注入层的构成成分，除了含氮环衍生物之外，作为无机化合物，还优选使用绝缘体或半导体。若电子注入层由绝缘体、半导体构成，则可以有效地防止电流的泄漏，可以提高电子注入性。

[0195] 作为这种绝缘体，优选使用选自碱金属硫属化物、碱土类金属硫属化物、碱金属的卤化物和碱土类金属的卤化物中的至少一种金属化合物。若电子注入层由这些碱金属硫属化物等构成，则从可以进一步提高电子注入性观点考虑优选。具体而言，作为优选的碱金属硫属化物，可列举出例如 Li<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>S、Na<sub>2</sub>Se 和 Na<sub>2</sub>O，作为优选的碱土类金属硫属化物，可列举出例如 CaO、BaO、SrO、BeO、BaS 和 CaSe。另外，作为优选的碱金属的卤化物，可列举出例如 LiF、NaF、KF、LiCl、KCl 和 NaCl 等。另外，作为优选的碱土类金属的卤化物，可列举出例如 CaF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、SrF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub> 和 BeF<sub>2</sub> 等氟化物、氟化物以外的卤化物。

[0196] 另外，作为半导体，可列举出例如含有 Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 和 Zn 中的至少一种元素的氧化物、氮化物或氧化氮化物等的一种或两种以上的

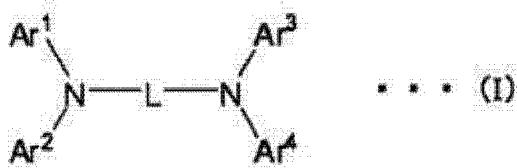
组合。另外，优选构成电子注入层的无机化合物为微晶或非晶质的绝缘性薄膜。若电子注入层由这些绝缘性薄膜构成，则形成更均质的薄膜，因此可以减少黑点等像素缺陷。需要说明的是，作为这种无机化合物，可列举出碱金属硫属化物、碱土类金属硫属化物、碱金属的卤化物和碱土类金属的卤化物等。

[0197] 使用这种绝缘体或半导体时，该层的优选厚度为  $0.1\text{nm} \sim 15\text{nm}$  左右。另外，本发明中的电子注入层中优选含有上述还原性掺杂剂。

[0198] （空穴注入层和空穴传输层）

空穴注入层或空穴传输层（也含有空穴注入传输层）优选使用芳香族胺化合物，例如下述通式（I）所示的芳香族胺衍生物。

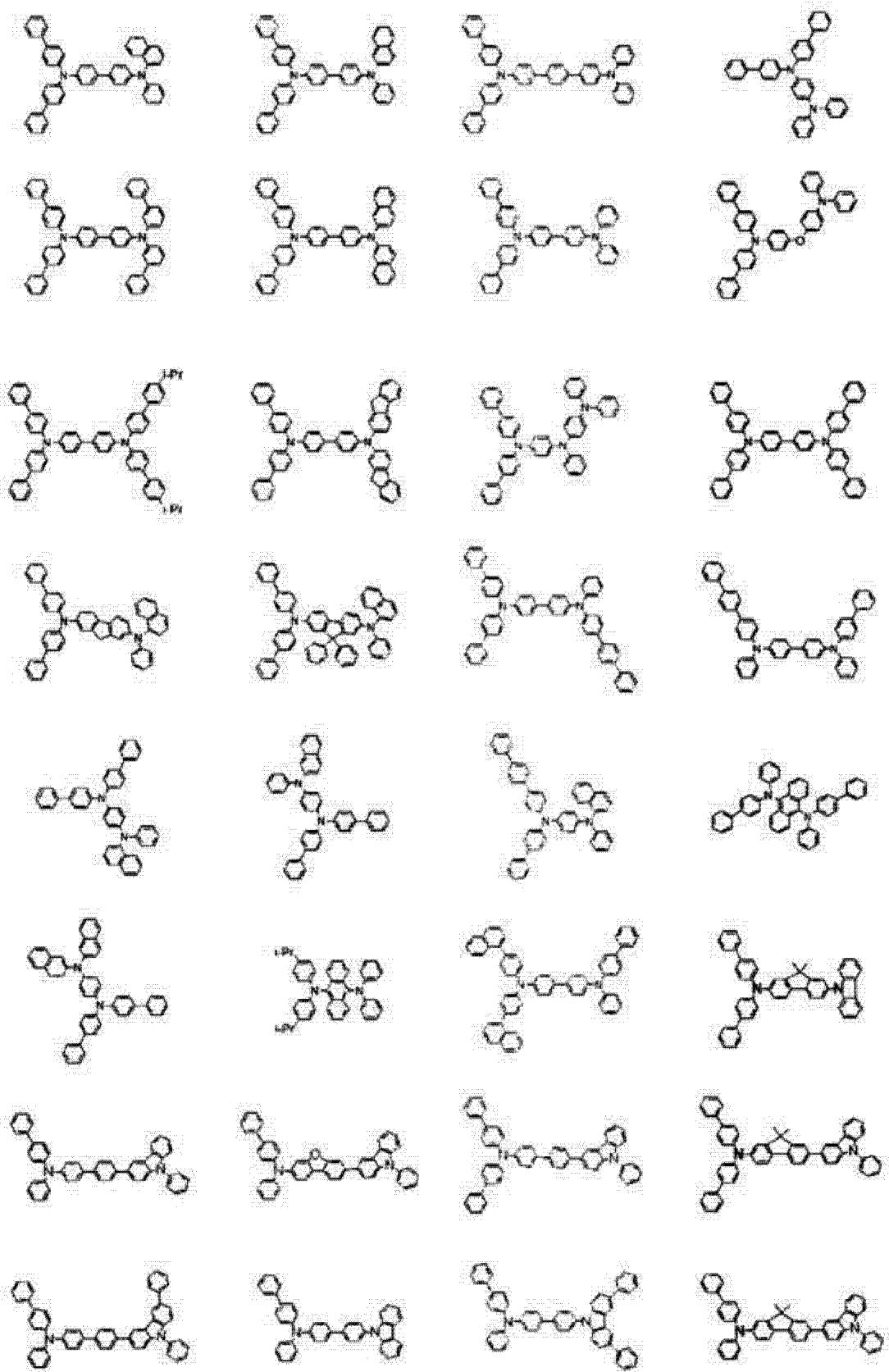
[0199] [化学式 48]



前述通式（I）中， $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^4$  表示取代或未取代的成环碳原子数为  $6 \sim 50$  的芳香族烃基或稠合芳香族烃基、取代或未取代的核原子数为  $5 \sim 50$  的芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基、或这些芳香族烃基或稠合芳香族烃基与芳香族杂环基或稠合芳香族杂环基键合而成的基团。

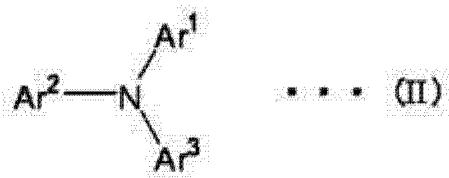
[0200] 前述通式（I）的化合物的具体例如以下所示，但是不限于此。

[0201] [化学式 49]



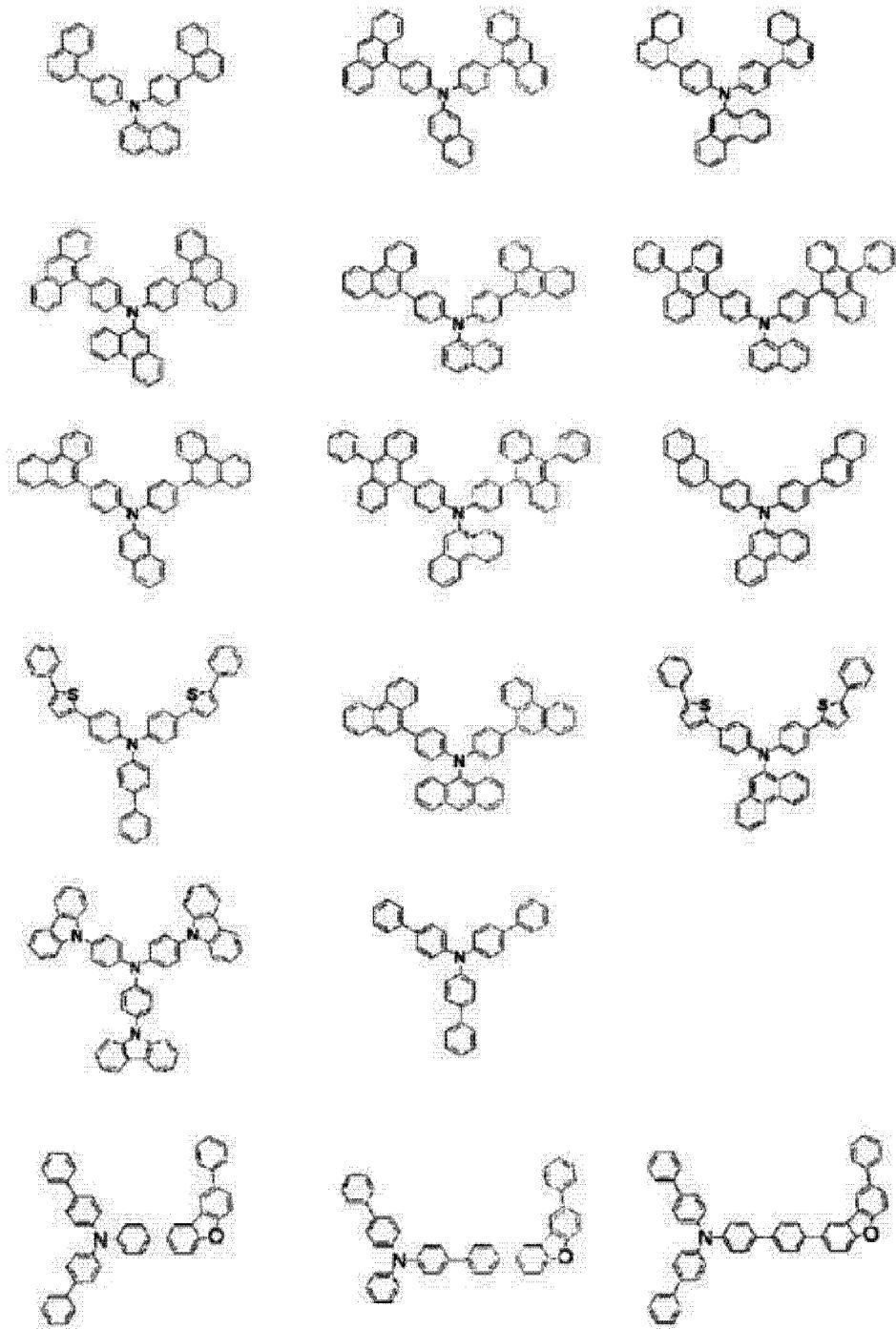
另外,下述通式 (II) 的芳香族胺也优先用于空穴注入层或空穴传输层的形成。

[0202] [ 化学式 50]



前述通式 (II) 中, Ar<sup>1</sup> ~ Ar<sup>3</sup> 的定义与前述通式 (I) 的 Ar<sup>1</sup> ~ Ar<sup>4</sup> 的定义相同。以下示出了通式 (II) 的化合物的具体例,但是不限于此。

[0203] [ 化学式 51]



需要说明的是,本发明不限于上述说明,在不脱离本发明的宗旨的范围内的变更也包含在本发明中。

[0204] 例如以下变更也为本发明的优选变形例。

[0205] 本发明中，也优选前述发光层含有电荷注入辅助材料。

[0206] 使用能隙宽的主体材料形成发光层时，主体材料的离子化电位 ( $I_p$ ) 与空穴注入 - 传输层等的  $I_p$  之差增大，难以对发光层注入空穴，用于得到充分的亮度的驱动电压有可能升高。

[0207] 这种情况下，通过发光层中含有空穴注入 - 传输性的电荷注入辅助剂，容易对发光层注入空穴，可以降低驱动电压。

[0208] 作为电荷注入辅助剂，例如可以利用通常的空穴注入 - 传输材料。

[0209] 作为具体例，可列举出三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷烃衍生物、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、氨基取代查耳酮衍生物、噁唑衍生物、芳酮衍生物、腙衍生物、芪衍生物、硅氨烷衍生物、聚硅烷系、苯胺系共聚物、导电性高分子低聚物（特别是噻吩低聚物）等。

[0210] 作为空穴注入性的材料，可列举出上述例子，优选为卟啉化合物、芳香族叔胺化合物和苯乙烯胺化合物，特别是芳香族叔胺化合物。

[0211] 另外，可列举出分子内具有两个稠合芳香族环的例如 4,4' - 双 (N-(1-萘基)-N- 苯基氨基) 联苯（以下简称为 NPD）、或三苯基胺单元以三个星型连接而成的 4,4',4'' - 三 (N-(3- 甲基苯基)-N- 苯基氨基) 三苯基胺（以下简称为 MTDATA）等。

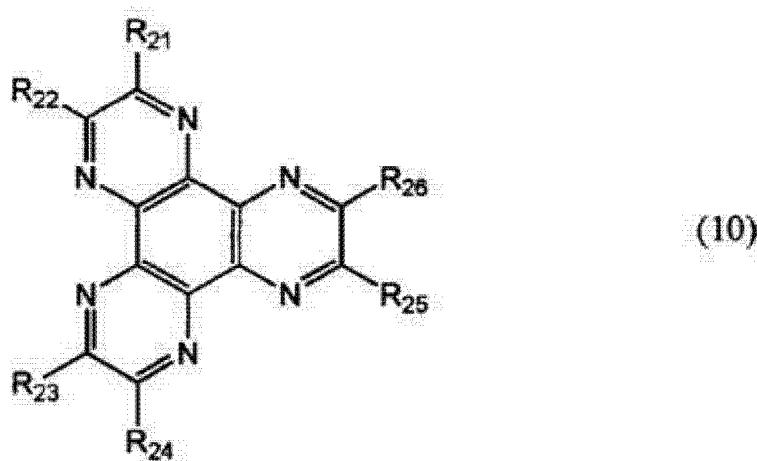
[0212] 另外，六氮杂苯并菲衍生物等也可以适用作空穴注入性的材料。

[0213] 进而，p 型 Si、p 型 SiC 等无机化合物也可以用作空穴注入材料。

[0214] 本发明的有机 EL 元件中，在空穴传输层或第一空穴传输层的阳极侧与含有受主材料的层接合。由此可以期待驱动电压的降低以及制造成本的降低。

[0215] 作为前述受主材料，优选为下式 (10) 所示的化合物。

[0216] [ 化学式 52 ]



(上式 (10) 中， $R_{21} \sim R_{26}$  可以彼此相同或不同，各自独立地表示氰基、 $-CONH_2$ 、羧基、或  $-COOR_{27}$  ( $R_{27}$  表示碳原子数为 1 ~ 20 的烷基或碳原子数为 3 ~ 20 的环烷基)。其中， $R_{21}$  和  $R_{22}$ 、 $R_{23}$  和  $R_{24}$ 、以及  $R_{25}$  和  $R_{26}$  中的一对或两对以上可以一起形成  $-CO-O-CO-$  所示的基团。)

作为  $R_{27}$ ，可列举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、叔丁基、环戊基、环己基等。

[0217] 对含有受主材料的层的膜厚没有特别限定，但是优选为 5 ~ 20nm。

## [0218] (n/p 掺杂)

上述空穴传输层、电子传输层中,如日本专利第 3695714 号说明书所记载,通过施主性材料的掺杂 (n)、受主性材料的掺杂 (p),可以调整载流子注入能力。

[0219] 作为 n 掺杂的代表例,可列举出在电子传输材料中掺杂 Li、Cs 等金属的方法,作为 p 掺杂的代表例,可列举出在空穴传输材料中掺杂 F<sub>4</sub>TCNQ 等受主材料的方法。

## [0220] (间隔层)

上述间隔层指的是例如将荧光发光层和磷光发光层层叠时,为了使磷光发光层中生成的激发子不会扩散到荧光发光层、或调整载流子平衡而设置在荧光发光层与磷光发光层之间的层。另外,间隔层也可以设置在多层磷光发光层之间。

[0221] 间隔层由于设置在发光层之间,优选为兼具电子传输性和空穴传输性的材料。另外,为了防止邻接的磷光发光层内的三重态能量的扩散,优选三重态能量为 2.6eV 以上。作为间隔层中使用的材料,可列举出与上述空穴传输层中使用的材料相同的材料。

## [0222] (阻挡层)

本发明的有机 EL 元件,优选在与发光层邻接的部分具有电子阻挡层、空穴阻挡层、三重态阻挡层等阻挡层。其中,电子阻挡层指的是防止电子由发光层泄漏到空穴传输层的层,空穴阻挡层指的是防止空穴由发光层泄漏到电子传输层的层。

[0223] 三重态阻挡层,如后所述,具有下述功能:防止发光层中生成的三重态激发子扩散到周边的层,通过将三重态激发子关闭在发光层内,抑制三重态激发子在发光掺杂剂以外的电子传输层的分子上的能量失活。

[0224] 设置三重态阻挡层时,若发光层中的磷光发光性掺杂剂的三重态能量为 E<sup>T</sup><sub>d</sub>、用作三重态阻挡层的化合物的三重态能量为 E<sup>T</sup><sub>TB</sub>,并且为 E<sup>T</sup><sub>d</sub> < E<sup>T</sup><sub>TB</sub> 的能量大小关系,则在能量关系上,推测磷光发光性掺杂剂的三重态激发子被关闭(不能向其它分子移动),在该掺杂剂上发光以外的能量失活路径被切断,从而可以高效地发光。但是认为,即使 E<sup>T</sup><sub>d</sub> < E<sup>T</sup><sub>TB</sub> 的关系成立时,该能量差 ΔE<sup>T</sup>=E<sup>T</sup><sub>TB</sub>-E<sup>T</sup><sub>d</sub> 小的情况下,在作为实际的元件驱动环境的室温程度的环境下,由于周围的热能而吸热性地越过该能量差 ΔE<sup>T</sup>,结果三重态激发子可以向其它分子移动。特别是磷光发光的情况,与荧光发光相比,激发子寿命长,因此相对容易出现吸热性的激发子移动过程的影响。相对于室温的热能,该能量差 ΔE<sup>T</sup> 越大越优选,进一步优选为 0.1eV 以上,特别优选为 0.2eV 以上。

## [0225] 本发明中的三重态能量如下测定,

首先,将试样以 10 μ mol/L 溶解在 EPA 溶剂(二乙基醚:异戊烷:乙醇=5:5:2(容积比))中,制成磷光测定用试样。将该磷光测定用试样装入到石英皿中,温度 77K 下照射激发光,测定所放射的磷光的磷光光谱。定义为基于此通过换算式 E<sup>T</sup>(eV)=1239.85 / λ<sub>edge</sub> 求得的值。“λ<sub>edge</sub>”指的是纵轴为磷光强度、横轴为波长来表示磷光光谱时,对于磷光光谱的短波长侧的升高绘制切线,该切线与横轴的交点的波长值(单位:nm)。

[0226] 作为发光层的主体材料,优选为 A<sub>b</sub>-A<sub>h</sub> ≈ 0.1eV 的材料。其中, A<sub>b</sub> 表示阻挡层材料的亲和性, A<sub>h</sub> 表示发光层主体材料的亲和性。

[0227] 本发明中的亲和性 Af(电子亲合力)指的是对材料的分子提供一个电子时释放或吸收的能量,释放时定义为正,吸收时定义为负。亲和力 Af 通过离子化电位 I<sub>p</sub> 和光学能隙 E<sub>g</sub>(S) 如下规定。

[0228]  $Af=Ip - Eg(S)$

其中,离子化电位  $Ip$  指的是由各材料的化合物去除电子而离子化所需要的能量,本发明中为大气中用光电子分光装置(AC-3、理研计器株式会社制)测定得到的具有正的符号的值。光学能隙  $Eg(S)$  指的是传导能级与价电子能级之差,本发明中为将各材料的二氯甲烷稀溶液的紫外-可见光吸收光谱的长波长侧切线与基线(吸收为零)的交点的波长值换算为能量而求得的具有正的符号的值。

[0229] 另外,构成三重态阻挡层的材料的电子迁移率,在电场强度  $0.04 \sim 0.5 \text{MV/cm}$  的范围内,优选为  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上。作为有机材料的电子迁移率的测定方法,已知飞行时间(Time of Flight)法等几种方法,但是在此指的是利用阻抗分光法确定的电子迁移率。

[0230] 电子注入层,在电场强度  $0.04 \sim 0.5 \text{MV/cm}$  的范围内,优选为  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  以上。这是由于,由此,从阴极向电子传输层注入电子得到促进,进而向邻接的阻挡层、发光层注入电子也得到促进,从而可以在更低的电压下驱动。

[0231] 对本发明的有机EL元件的各层的形成方法没有特别限定。可以使用通过以往公知的真空蒸镀法、旋涂法等进行的形成方法。本发明的有机EL元件中使用的含有前述式(1)~(4)所示的化合物的有机薄膜层,可以通过利用真空蒸镀法、分子束蒸镀法(MBE法)或溶解在溶剂中而成的溶液的浸涂法、旋涂法、铸塑法、棒涂法、辊涂法等涂布法进行的公知方法来形成。

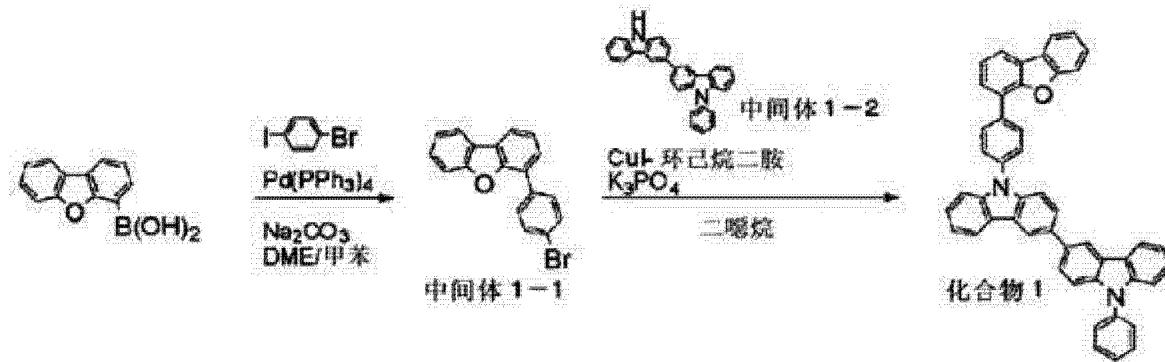
[0232] 对本发明的有机EL元件的各有机层的膜厚没有特别限定,但是通常若膜厚过薄则易产生针孔等缺陷,相反地若过厚则需要施加高的施加电压,效率变差,因此通常优选为几  $\text{nm} \sim 1 \mu\text{m}$ 。

## 实施例

[0233] 接着举出实施例和比较例对本发明进行更具体的说明,但是,本发明不被这些实施例的记载内容所限定。

[0234] 合成实施例 1-1(化合物 1 的合成)

[化学式 53]



中间体 1-1 的合成

氩气气氛气体下,向 4-碘溴苯(28.3g,100.0mmol)、二苯并呋喃-4-硼酸(22.3g,105mmol)、四(三苯基膦)钯(0)(2.31g,2.00mmol)中加入甲苯(150mL)、二甲氧基乙烷(150mL)、2M 浓度的碳酸钠水溶液(150mL),回流 10 小时的同时进行加热。

[0235] 反应结束后,立即过滤后,除去水层。有机层用硫酸钠干燥后,进行浓缩。残渣用

硅胶柱色谱纯化,得到中间体 1-1(26.2g、收率 81%)。

[0236] 通过 FD-MS 的分析,对于分子量 322, m/e=322。

[0237] 化合物 1 的合成

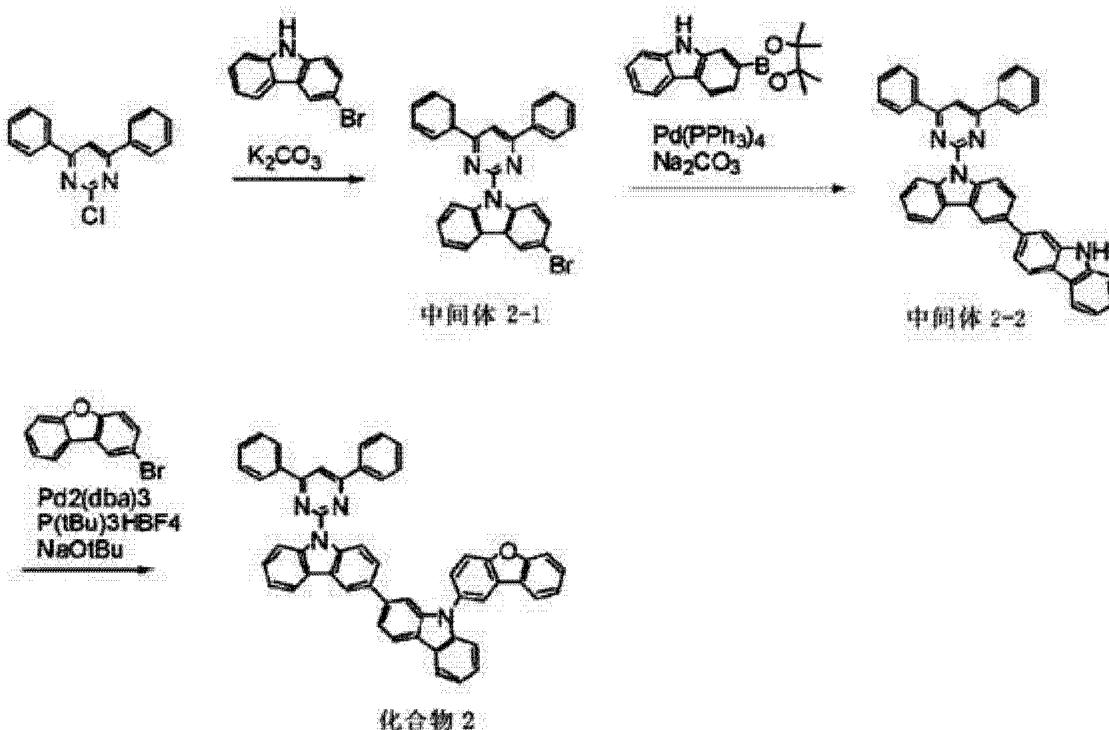
氩气气氛气体下,向三颈烧瓶中依次加入中间体 1-1(2.36g、7.3mmol)、中间体 1-2(3.0g、7.3mmol)、CuI(1.4g、7.3mmol)、磷酸三钾(2.3g、11mmol)、无水二噁烷(30mL)、环己烷二胺(0.84g、7.3mmol),在 100℃下搅拌 8 小时。

[0238] 向反应液中加入水使固体析出,将该固体依次用己烷、甲醇洗涤。进而,将所得到的固体用硅胶柱色谱纯化,得到化合物 1(2.9g、收率 60%)。

[0239] FD-MS 的分析结果,对于分子量 650, m/e=650。

[0240] 合成实施例 1-2(化合物 2 的合成)

[化学式 54]



中间体 2-1 的合成

将 4,6-二苯基嘧啶-2-氯化物(5.3g、20mmol)、3-溴咔唑(4.9g、20mmol)、碳酸钾(3.8g、28mmol)加入到二甲基甲酰胺(30mL)中,100℃下加热搅拌 8 小时。

[0241] 向反应液中加入水使固体析出,固体用甲醇洗涤,得到中间体 2-1(7.6g、收率 80%)。

[0242] 中间体 2-2 的合成

接着在氩气气氛气体下,将中间体 2-1(5.8g、12.2mmol)、9H-咔唑-2-硼酸频哪醇酯(3.6g、12.2mmol)、四(三苯基膦)钯(0.26g、0.24mmol)、2M 碳酸钠水溶液(20mL)加入到甲苯(40mL)中,80℃下加热搅拌 8 小时。

[0243] 分离有机层,用蒸发器浓缩有机层后,所得到的残渣用硅胶柱色谱纯化,得到中间体 2-2(5.3g、收率 77%)。

[0244] 化合物 2 的合成

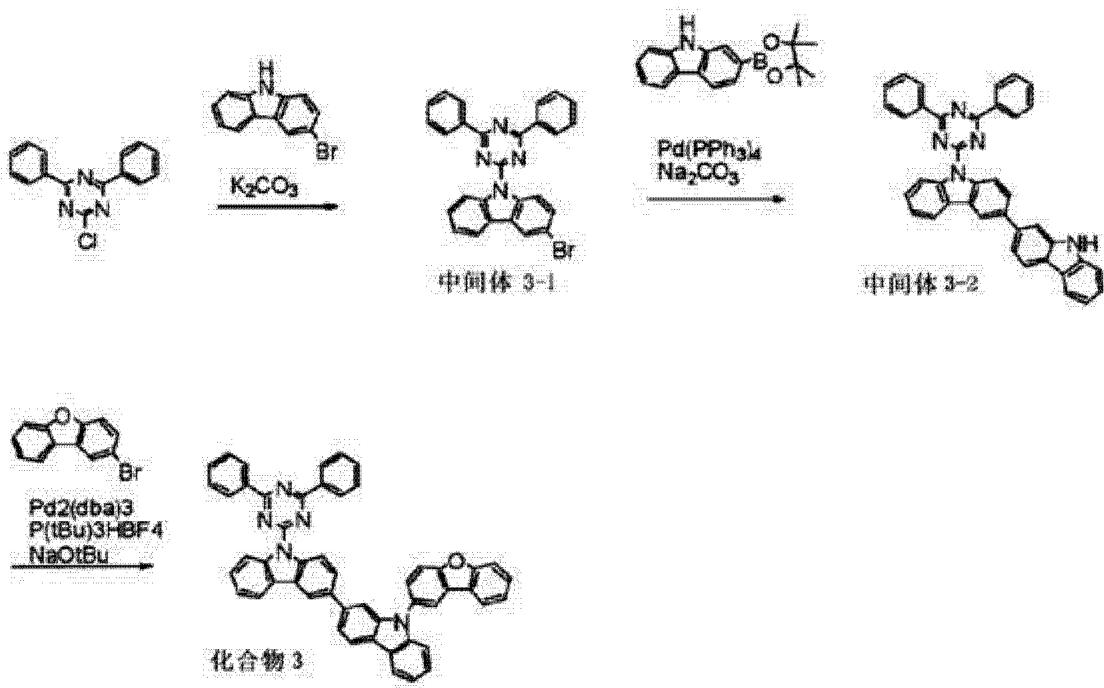
氩气气氛下,向三颈烧瓶中依次加入2-溴二苯并呋喃(2g、8.1mmol)、中间体2-2(4.1g、7.3mmol)、 $Pd_2(dba)_3$ (0.14g、0.15mmol)、 $P(tBu)_3HBF_4$ (0.17g、0.6mmol)、叔丁氧基钠(1.1g、11mmol)、无水二甲苯(30mL),加热回流8小时。

[0245] 向反应液中加入水使固体析出,将该固体依次用己烷、甲醇洗涤。进而,所得到的固体用硅胶柱色谱纯化,得到化合物 2(3.6g、收率 68%)。

[0246] FD-MS 分析的结果, 对于分子量 728,  $m/e=728$ 。

### [0247] 合成实施例 1-3( 化合物 3 的合成 )

[ 化学式 55 ]



### 中间体 3-1 的合成

将 4,6-二苯基三嗪-2-氯化物 (5.3g, 20mmol)、3-溴呋唑 (4.9g, 20mmol)、碳酸钾 (3.8g, 28mmol) 加入到二甲基甲酰胺 (30mL) 中, 100℃下加热搅拌 8 小时。

[0248] 向反应液中加入水使固体析出，固体用甲醇洗涤，得到中间体 3-1(8.1g、收率 85%)。

[0249] 中间体 3-2 的合成

接着，在氩气气氛下，将中间体3-1(5.8g、12.2mmol)、9H-咔唑-2-硼酸频哪醇酯(3.6g、12.2mmol)、四(三苯基膦)钯(0.26g、0.24mmol)、2M碳酸钠水溶液(20mL)加入到甲苯(40mL)中，80℃下加热搅拌8小时。

[0250] 分离有机层,用蒸发器浓缩有机层后,所得到的残渣用硅胶柱色谱纯化,得到中间体3-2(5.0g、收率73%)。

### [0251] 化合物 3 的合成

在氩气气氛下,向三颈烧瓶中依次加入2-溴二苯并呋喃(2g、8.1mmol)、中间体3-2(4.1g、7.3mmol)、 $Pd_2(dba)_3$ (0.14g、0.15mmol)、 $P(tBu)_3HBF_4$ (0.17g、0.6mmol)、叔丁氧基钠(1.1g、11mmol)、无水二甲苯(30mL),加热回流8小时。

[0252] 向反应液中加入水使固体析出，将该固体依次用己烷、甲醇洗涤。进而，所得到的

固体用硅胶柱色谱纯化,得到化合物3(3.2g、收率60%)。

[0253] FD-MS分析的结果,对于分子量729, m/e=729。

[0254] 实施例1-1(有机EL元件的制造)

对25mm×75mm×厚度1.1mm的附有ITO透明电极的玻璃基板(ジオマティック株式会社制)在异丙醇中进行5分钟的超声波洗涤后,进行30分钟的UV臭氧洗涤。

[0255] 将洗涤后的附有透明电极线的玻璃基板装配在真空蒸镀装置的基板支架上,首先在形成有透明电极线的一侧的表面上,以覆盖前述透明电极的方式,蒸镀下述受电子性化合物(C-1),形成膜厚5nm的C-1膜。在该C-1膜上蒸镀作为第一空穴传输材料的下述芳香族胺衍生物(X3),形成膜厚157nm的第一空穴传输层。在第一空穴传输层的成膜之后,蒸镀作为第二空穴传输材料的前述化合物1,形成膜厚10nm的第二空穴传输层。

[0256] 进而,在该第二空穴传输层上蒸镀下述化合物(Y1),形成膜厚40nm的发光层。同时,共蒸镀作为磷光发光材料的下述化合物(D4)。化合物D4的浓度为10.0质量%。该共蒸镀膜发挥作为发光层的功能。

[0257] 接着,在该发光层成膜之后,以膜厚20nm将前述化合物(ET2)成膜。该ET2膜作为电子传输层发挥功能。

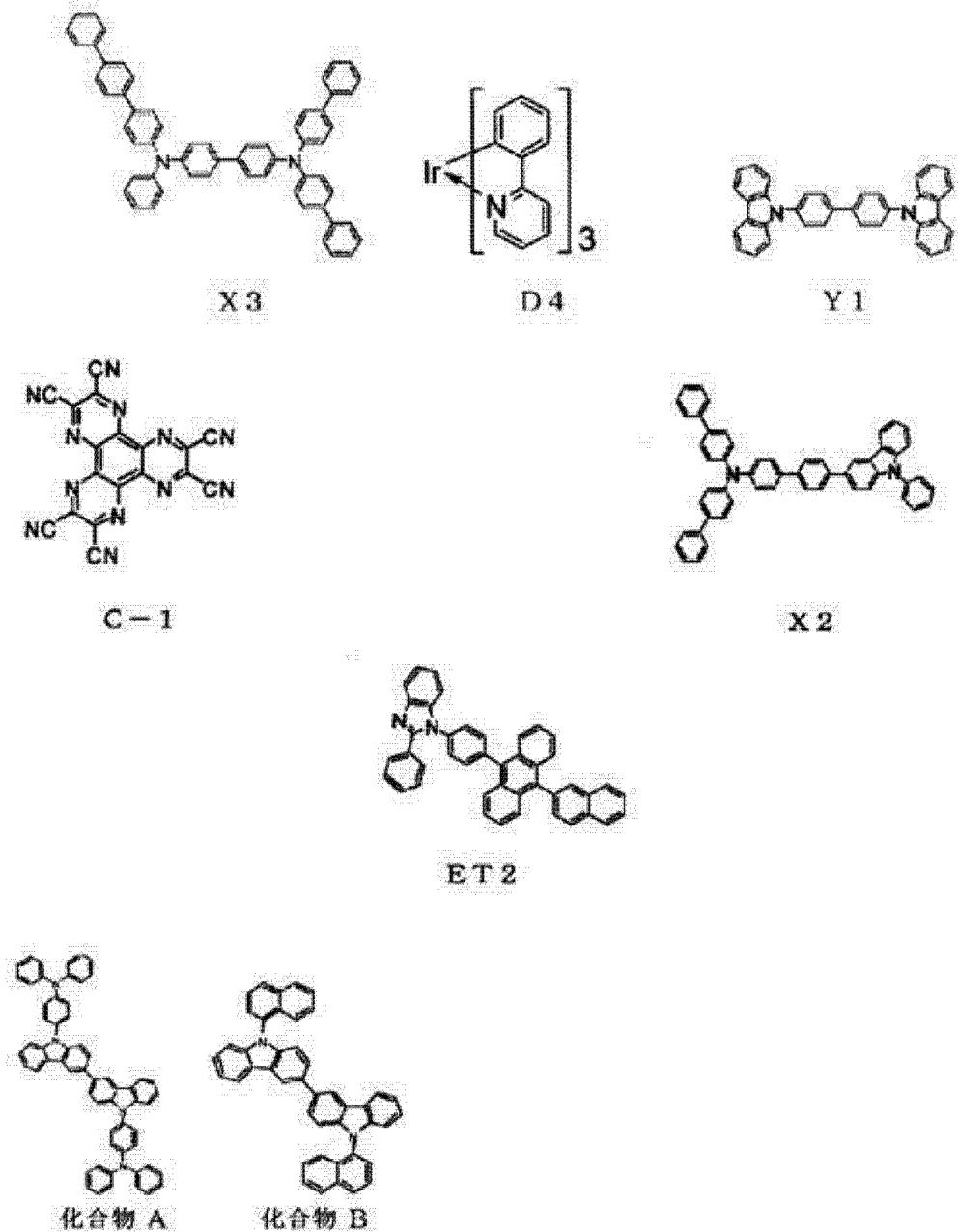
[0258] 接着,以LiF作为电子注入性电极(阴极),以0.1埃/min成膜速度形成1nm膜厚。在该LiF膜上蒸镀金属Al,以80nm膜厚形成金属阴极,制作有机EL元件。

[0259] 通过直流电流驱动使所得到的有机电致发光元件发光,测定亮度(L)、电流密度,求得电流密度10mA/cm<sup>2</sup>下的发光效率(cd/A)和驱动电压(V)。进而,求得电流密度50mA/cm<sup>2</sup>下的半衰期。结果如表1-1所示。

[0260] 比较例1-1~1-3

在实施例1-1中,使用表1-1中记载的化合物来替代使用化合物1,形成发光层,除此之外与实施例1-1同样地制作有机EL元件。发光效率和半衰期的测定结果如表1-1所示。

[0261] [化学式56]



[0262] [表 1]

表 1-1

	空穴传输材料	电压 (V)	发光效率 (cd/A)	亮度半衰期 (hrs)
实施例 1-1	化合物 1	3.8	53.3	580
比较例 1-1	化合物 A	3.6	49.5	100
比较例 1-2	化合物 B	3.7	46.8	220
比较例 1-3	化合物 X2	3.6	47.5	180

[0263] 使用化合物 A 时,与本发明的双咔唑衍生物相比,耐电子性差,因此半衰期降低。

[0264] 另外,即使与本发明同样地使用稠环的情况下,使用具有萘骨架的化合物 B 的元件,效率也大幅降低。这是由于,化合物 B 的三重态能量小,因此发光层内的三重态激发子的关闭不充分。

[0265] 进而,使用不具有双咔唑衍生物骨架的化合物 X2 的情况下,与化合物 B 同样地,化合物 X2 的三重态能量小,因此发光效率降低。

[0266] 由上述结果可知,本发明的双咔唑衍生物,与比较例中使用的化合物相比,在发光效率和寿命方面具有优势。

[0267] 实施例 1-2

对 25mm×75mm×1.1mm 的附有 ITO 透明电极的玻璃基板(ジオマティック社制)在异丙醇中进行 5 分钟的超声波洗涤后,进而进行 30 分钟的紫外线(UV、Ultraviolet)臭氧洗涤。

[0268] 将洗涤后的附有透明电极线的玻璃基板装配在真空蒸镀装置的基板支架上,首先在玻璃基板的形成有透明电极线的一侧的表面上,以覆盖前述透明电极的方式,蒸镀下述化合物 E,形成膜厚 40nm 的化合物 E 膜,将该膜作为空穴注入层。

[0269] 在该化合物 E 膜上蒸镀下述化合物 F,形成膜厚 20nm 的化合物 F 膜,将该膜作为空穴传输层。

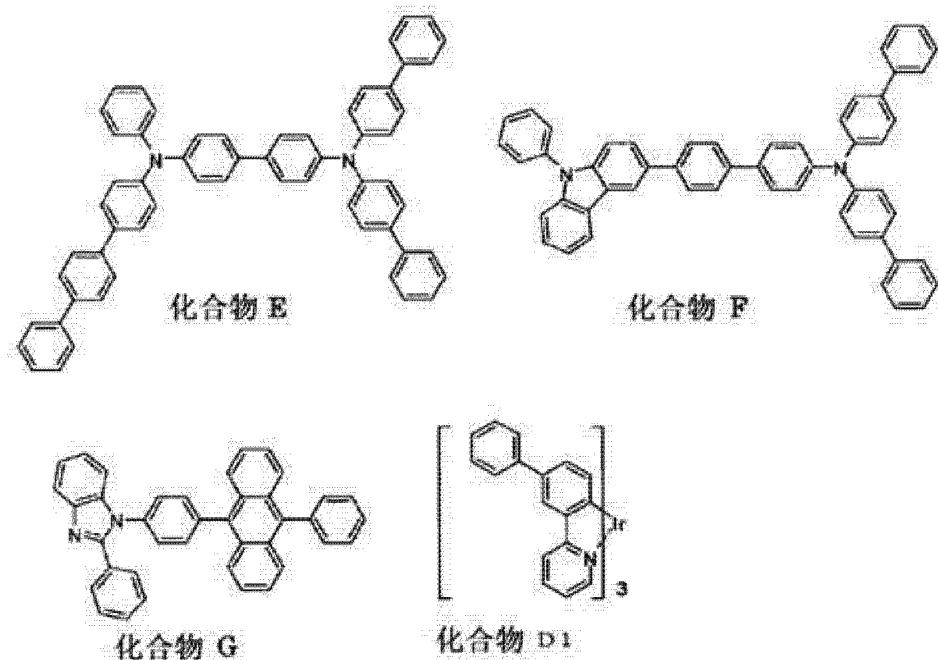
[0270] 在该空穴传输层上蒸镀前述合成实施例 1-2 中得到的化合物 2,形成膜厚 40nm 的发光层。蒸镀化合物 2 的同时共蒸镀作为磷光发光材料的下述化合物 D1( $\text{Ir}(\text{Ph-ppy})_3$ (面式(facial)体))。化合物 D1 的浓度为 20 质量%。该共蒸镀膜,发挥作为将化合物 2 作为磷光主体材料、将化合物 D1 作为磷光掺杂材料的发光层的功能。需要说明的是,化合物 D1 为绿色发光性材料。

[0271] 然后,在该发光层成膜之后,蒸镀下述化合物 G,形成膜厚 30nm 的化合物 G 膜,将该膜作为电子传输层。

[0272] 接着在该电子传输层上以 0.1 埃/min 的成膜速度蒸镀 LiF,形成膜厚 1nm 的 LiF 膜,将该膜作为电子注入性电极(阴极)。

[0273] 进而,在该 LiF 膜上蒸镀金属 Al,以 80nm 膜厚形成金属阴极,制作有机 EL 元件。

[0274] [化学式 57]



发光效率(电流效率)的测定

在室温下,以直流定电流驱动(电流密度:10mA/cm<sup>2</sup>)使所制作的有机 EL 元件发光,使用分光放射亮度计(コミカミノルタ社制,CS-1000)测定此时的分光放射亮度光谱。由所

得到的分光放射亮度光谱,算出发光效率(单位:cd/A)。如此算出的发光效率与该发光效率测定时施加的电压值汇总示于表1-2。

[0275] 实施例1-3

实施例1-3的有机EL元件,对于实施例1-2的有机EL元件的发光层的磷光主体材料,使用化合物3来替代化合物2,除此之外与实施例1-2的有机EL元件同样地制作,求得发光效率和电压值。结果如表1-2所示。

[0276] [表2]

表1-2

	主体材料	电压(V)	发光效率(cd/A)
实施例1-2	化合物2	4.1	67
实施例1-3	化合物3	4.3	65

[0277] 实施例2-1

(有机EL元件的制作)

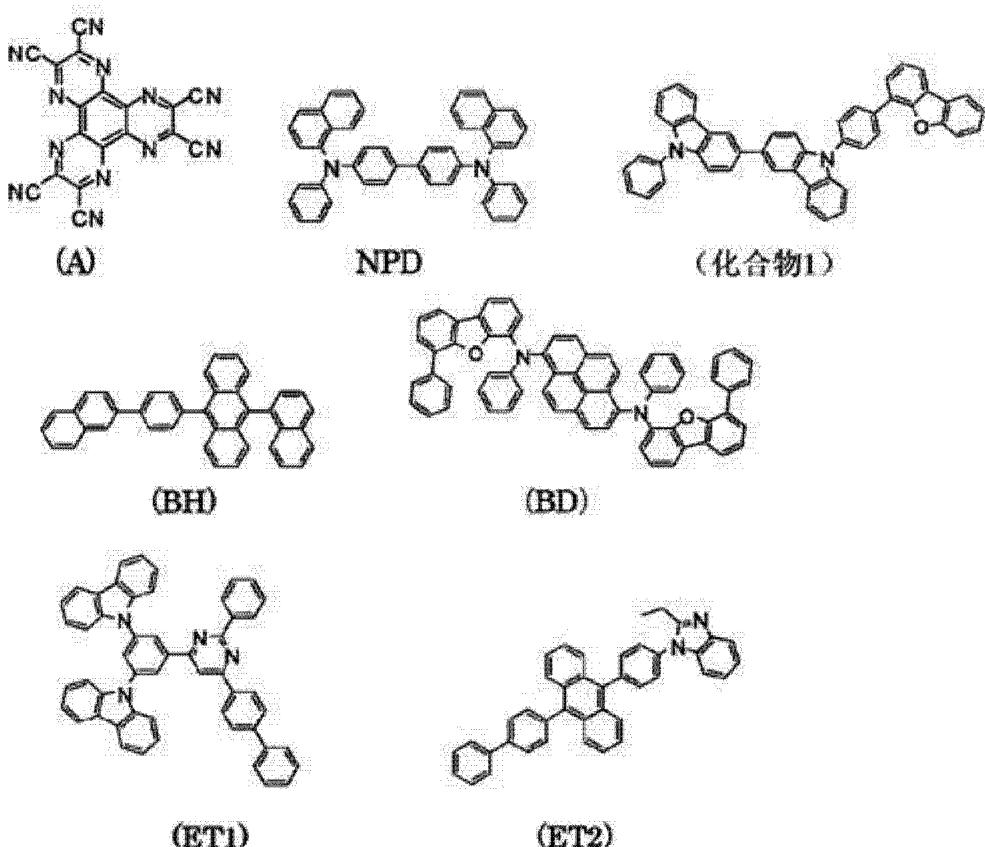
对25mm×75mm×1.1mm的附有ITO透明电极的玻璃基板(ジオマティック社制)在异丙醇中进行5分钟的超声波洗涤后,进而进行30分钟的紫外线(UV、Ultraviolet)臭氧洗涤。

[0278] 将洗涤后的附有透明电极线的玻璃基板装配在真空蒸镀装置的基板支架上,首先在形成有透明电极线的表面上,以覆盖前述透明电极的方式,蒸镀下述受电子性化合物(A),形成膜厚5nm的A膜。在该A膜上蒸镀作为第一空穴传输材料的NPD,形成膜厚85nm的第一空穴传输层。在第一空穴传输层的成膜之后,蒸镀作为第二空穴传输材料的前述合成实施例1-1中得到的化合物1,形成膜厚10nm的第二空穴传输层。

[0279] 在该空穴传输层上以厚度25nm共蒸镀主体化合物(BH)和掺杂剂化合物(BD),得到发光层,掺杂剂化合物(BD)的浓度为5质量%。

[0280] 接着,在该发光层上蒸镀厚度20nm的下述化合物(ET1)、厚度5nm的下述化合物(ET2),形成电子传输-注入层,进而依次层叠厚度1nm的LiF、厚度80nm的金属Al,形成阴极,制造有机电致发光元件。

[0281] [化学式58]



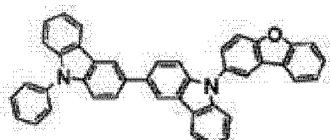
#### (有机EL元件的发光性能评价)

通过直流电流驱动使如上所述制作的有机EL元件发光,测定亮度(L)、电流密度,求得电流密度 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 下的电流效率(L/J)、驱动电压(V)。进而,求得电流密度 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 下的元件寿命。其中,80%寿命指的是定电流驱动时,直至亮度衰减到初期亮度的80%为止的时间。本说明书中,指的是由初期亮度 $20000\text{cd}/\text{m}^2$ 直至衰减到 $16000\text{cd}/\text{m}^2$ 为止的时间。结果如表2-1所示。

#### [0282] 比较例 2-1

在实施例2-1中,分别使用下述比较化合物2-1来替代化合物1作为第二空穴传输材料,除此之外与实施例2-1同样地制作有机EL元件。通过直流电流驱动使所得到的有机EL元件发光,测定亮度(L)、电流密度,求得电流密度 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 下的电流效率(L/J)、驱动电压(V)。进而,求得电流密度 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 下的元件寿命。结果如表2-1所示。

#### [0283] [化学式 59]



(比较化合物2-1)

#### [0284] [表 3]

表 2-1

	空穴传输材料	测定结果		
		发光效率(cd/A) @10mA/cm <sup>2</sup>	驱动电压(V) @10mA/cm <sup>2</sup>	80%寿命 (小时)
实施例 2-1	化合物 1	8.2	4.0	225
比较例 2-1	比较化合物 2-1	7.4	4.0	20

[0285] 工业实用性

本发明可以用作寿命长、发光效率高、可以在节省耗电量化所需要的低电压下驱动的有机 EL 元件以及实现其的有机 EL 元件用材料。

[0286] 附图标记说明

- 1 有机电致发光元件
- 2 基板
- 3 阳极
- 4 阴极
- 5 磷光发光层
- 6 空穴注入 - 传输层
- 7 电子注入 - 传输层
- 10 有机薄膜层

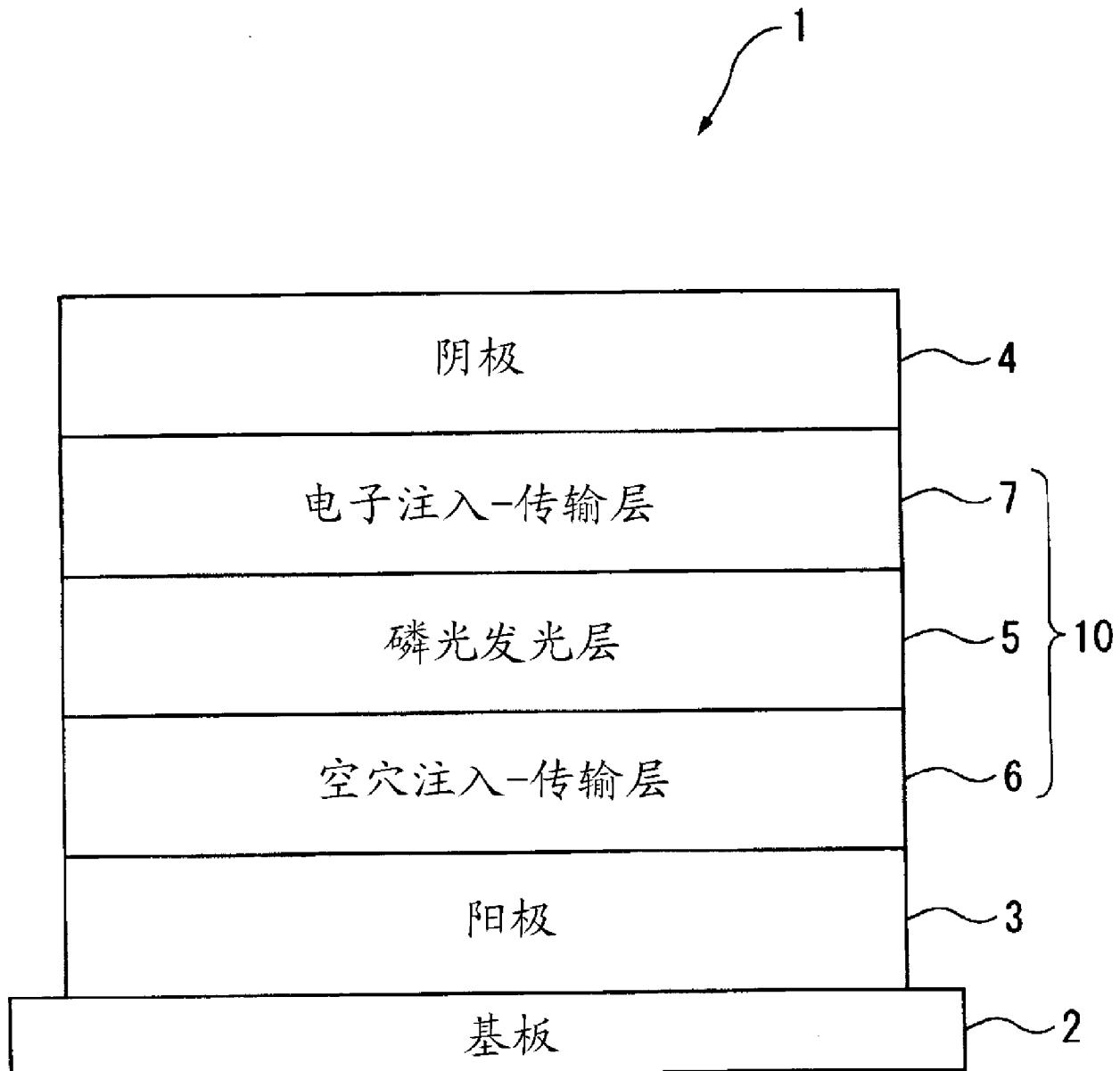


图 1